

LEHMBECK DER AUTOMOBIL-MOTOR

R

Küster's Autotechnische Bibliothek

Herausgeber: **Jul. Küster**, Zivilingenieur in Berlin

Preis pro Band, elegant in Leinen gebunden, M. 2.80.

Bis Ende März 1907 erschienen:

Auto-Taschen-Kalender, 1907/08. Von Ing. Walter Isendahl, Chefredakteur der Allgem. Automobil-Zeitung in Berlin. (Bd. 1.)

Automobil-A. B. C. Von B. von Lengerke und R. Schmidt. (Bd. 2.)

Das Tourenfahren im Automobil. Von Oberingenieur Ernst Valentin in Berlin. (Bd. 4.)

Das Automobil und seine Behandlung (II. Auflage). Von Jul. Küster, Zivilingenieur in Berlin (Bd. 6.)

Automobilmotor und Landwirtschaft. Von Theodor Lehmbeck, Ing. in Friedenau-Berlin. (Bd. 19.)

Der Automobilmotor im Eisenbahnbetriebe. Von Ingenieur Arnold Heller. (Bd. 20.)

Das Elektromobil und seine Behandlung. Von Ingenieur Josef Löwy, k. k. Kommissar im Patentamte in Wien. (Bd. 16.)

Wagenbautechnik im Automobilbau. Von Wilh. Romeiser, Automobilingenieur in Frankfurt a. M. (Bd. 29.)

Das Motorboot und seine Behandlung. Von M. H. Bauer, Spezialingenieur für Motorboote in Hamburg. (Bd. 15.)

Der Motor in Kriegsdiensten. Von Oberleutnant a. D. Walter Oertel. (Bd. 31.)

Die elektrische Zündung bei Automobilen u. Motorfahrrädern. Von Ingenieur Josef Löwy, k. k. Kommissar im Patentamte in Wien. (Bd. 9.)

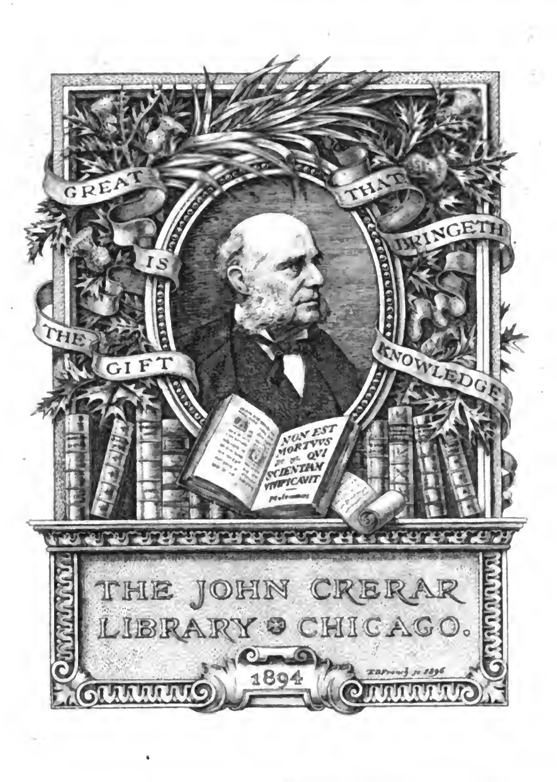
Viersprachiges Autotechnisches Lexikon:

Französisch-Deutsch-Englisch-Italienisch. (Bd. 22.)

Deutsch-Französisch-Englisch-Italienisch. (Bd. 21.)

Automobil-Getriebe und -Kuppelungen. Von Max Buch, Ingenieur in Coventry. (Bd. 8.)

Der Kraftwagen als Verkehrsmittel. — Seine Bedeutung als solches. — Das Fahren im Winter. Behördliche Kontrolle und Geschwindigkeitsfrage. Von Dr. phil. Karl Dieterich, Direktor in Helfenberg i. S. (Bd. 3.)



Patent-, Muster- und Markenschutz in der Motoren- und Fahrzeugindustrie von Jul. Küster, Zivil-Ingenieur in Berlin. (Bd. 30.)

Küster's Autotechnische Bibliothek
Band 7

Der Automobil-Motor

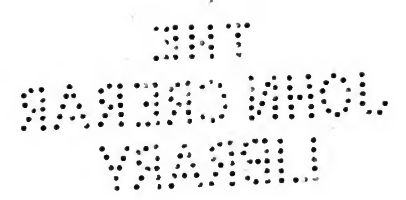
von

Theodor Lehmbeck
Beratender Ingenieur und Sachverständiger für Automobile, Friedenau-Berlin

Mit 91 Abbildungen im Text



LEIPZIG 1907
Richard Carl Schmidt & Co.
(G. Schönfeld's Verlagsbuchhandlung)



Spamersche Buchdruckerei in Leipzig-R.

Inhaltsverzeichnis.

(Ausführliches Sachregister am Schlusse des Bandes S. 218.)

Seite

Vorwort 5

1. Die Arbeitsweise des Benzinmotors 7
2. Allgemeine Erklärung der Einzelteile eines Benzinmotors 12
3. Der erste Takt oder die Saugperiode 17
4. Der zweite Takt oder die Kompressionsperiode . 24
5. Die Zündung, Vorzündung und Nachzündung . . 30
6. Der dritte Takt oder die Arbeitsperiode 34
7. Der vierte Takt oder die Auspuffperiode 37
8. Darstellung des Arbeitsvorganges in einem Fahrradmotor 40
9. Die Leistung des Motors 46
10. Die physikalischen Vorgänge im Benzinmotor . . 48
11. Was man von der Elektrizität wissen muß . . . 56
12. Der Akkumulator und seine Behandlung 64
13. Trockenelemente und Trockenbatterien 83
14. Die elektrischen Zündapparate und ihre Konstruktion 88
15. Schaltungsschema für Akkumulatorenzündungen . 105
16. Die magnet-elektrische Zündung 111
17. Die Vergasung und die Vergaser 135
18. Das Schmieröl 160
19. Der Auspufftopf oder der Schalldämpfer 162
20. Die Zündkerzen als Fehlerquellen 168
21. Die Ventile 174
22. Die Kolbenringe 188

Seite

23. Die große Reinigung und die Untersuchung des Motors 192
24. Was bei der Wasserkühlung zu beobachten ist . . 204
25. Störungen im Motorenbetriebe und ihre Ursachen . 208
26. Der Zweitaktmotor 211

Verzeichnis der Abbildungen 215

Sachregister 218

Vorwort.

Das vorliegende Buch soll den Zweck haben, den Besitzer eines Automobils oder eines Motorrades über die Vorgänge in seinem Motor zu informieren. Es soll ihn lehren, seinen Motor zu verstehen und zu regieren und ihn in den Stand setzen, Betriebsstörungen selbst zu beseitigen.

Alles dieses kann nur vollkommen geschehen, wenn der Leser von Anfang an mit der zu bearbeitenden Materie vertraut gemacht wird, wenn er einen Einblick in die kleinsten Details erhält und das Ineinandergreifen der einzelnen Funktionen an Hand von Beispielen kennen gelernt hat. Kleine Ursachen haben gerade im Automobilbetriebe oft große Wirkungen, das darf man niemals vergessen, und deshalb ist hier gerade auf diese kleinen Ursachen das größte Gewicht gelegt worden.

Der Automobilsport ist der populärste Sport der Neuzeit, und deshalb ist dieses Buch auch im populären Sinne, leicht verständlich für jedermann, geschrieben worden.

Das Buch verfolgt ferner den Zweck, dem Reflektanten auf ein Automobil schon vor dem Ankauf ganz genau über das Wesen des Motors Aufklärung zu geben, damit er sich darüber klar werden kann, ob seine Auffassungsgabe und sein Interesse für die Mechanik des

Motors tatsächlich den Ansprüchen gerecht werden können. Aus der Praxis für die Praxis geschrieben, wird das Buch dem ausübenden Automobilisten, dem Herrenfahrer sowohl als auch dem Chauffeur, eine Fülle von Anregungen zum Nachdenken über die Wirkungsweise des Motors geben, und er wird Gelegenheit haben, das, was er hier gedruckt vor sich liegen sieht, am Motor selbst nachkontrollieren zu können.

Die Automobilmotoren werden heute von den großen Fabriken bereits in einer Vollendung gebaut, daß in den meisten Fällen bei irgend einer Störung nicht mehr dem Motor sondern seinem Wärter die Schuld zu geben ist, und deshalb macht sich bereits längst eine Trennung der Chauffeure in verschiedene Klassen, d. h. in mehr oder weniger intelligente, bemerkbar. Meister in seinem Fache kann nur der werden, welcher Lust zum Lernen hat, und solchen wird dieses Buch eine gute Schule sein.

---

1. Die Arbeitsweise des Benzinmotors.

Die Energie, welche in dem Motor in Arbeit umgewandelt wird, ist die Wärme, die in dem Brennstoff enthalten ist. Steigern wir die Anfangstemperatur der Luft plötzlich um 273° C, dann erhöhen wir ihr Volumen um das Doppelte. Erhitzen wir die Luft in einem geschlossenen Gefäße, aus dem die heiße Luft nicht entweichen kann, dann entsteht in diesem Gefäß ein Druck, der entsprechend der steigenden Temperatur wächst. Danach ist also der Druck oder die Spannung der Luft proportional ihrer Erwärmung.

Auf diesem sehr einfachen physikalischen Vorgang basiert die Konstruktion des Heißluftmotors, ebenso wie die des Explosionsmotors. Bei beiden Motorarten ist es die Kraft der sich durch die Wärme ausdehnenden Luft, welche durch einen beweglichen Kolben in Arbeit umgewandelt wird. Bei dem Heißluftmotor wird die Luft im Innern eines Zylinders durch äußere Beheizung ausgedehnt, während dies bei einem Explosionsmotor durch innere Beheizung stattfindet. Um nun diese innere Beheizung der Luft recht vorteilhaft vornehmen zu können, machen wir bei dem Explosionsmotor einen ausgiebigen Gebrauch von den brennbaren Gasen, die wir bei dem Automobilbetriebe durch die Verdunstung von Benzin herstellen. Spiritus kommt, als unbrauchbar für den Automobilbetrieb, nicht in Frage.

Bei jeder Umwandlung von Energie in Arbeit tritt ein mehr oder weniger großer Verlust ein, und dieser Verlust ist namentlich bei Umwandlung von Wärme in Arbeit sehr bedeutend. Schuld daran ist die Wärmestrahlung. Wir müßten daher eigentlich dafür sorgen, daß der Zylinder, in welchem die Verbrennung des Gases vor sich geht, gut gegen Wärmestrahlung gesichert ist, indem wir ihn gut mit Wärmeisolatoren umkleiden, dadurch würden wir aber wieder das ganze Funktionieren des Motors in Frage stellen, weil wir auf Temperaturen kommen, die den Zylinder einfach schmelzen lassen würden.

Außerdem würden wir aber auch die Luft im Zylinder schon vor der Entflammung des Gasgemisches auf eine Temperatur bringen, welche sie rapide ausdehnt und schon im Moment des Eintretens in den Zylinder zwingt, sofort zum größten Teil wieder auszutreten. Wir würden also den Zylinder nur noch unvollkommen füllen, und eine Folge davon wäre dann wieder eine bedeutend verminderte Kraftleistung des Motors. Wir sind daher, so widersinnig es für einen Wärmemotor klingt, gezwungen, den Zylinder zu kühlen. Wir machen deshalb bei dem Explosionsmotor aus der Not eine Tugend, indem wir den Zylinder kühlen, die Verbrennung des Gasluftgemisches aber, sowie die vorhergehenden Funktionen im Zylinder, mit größter Schnelligkeit vornehmen. Diese schnelle Verbrennung soll eigentlich keine Explosion im wahren Sinne des Wortes sein, denn wenn wir die Gase zur Explosion bringen würden, wäre es auf die Dauer von sehr schädlichem Einfluß auf den Motor. Um aber eine sehr schnelle Verbrennung zu

ermöglichen, müssen wir dafür sorgen, daß das zur Verbrennung vorbereitete Gas von geeigneter Zusammensetzung ist, eine Aufgabe, die mit gleich gutem Erfolge nicht immer gelöst wird. Wir müssen aber auch dafür sorgen, daß die Verbrennung, wenn sie einmal eingeleitet ist, sich rapide über die ganze Gasmasse, die im Zylinder eingeschlossen ist, verteilen kann, und dies geschieht am sichersten, indem wir das Gasgemisch vor der Verbrennung verdichten oder komprimieren.

Halten wir diese Tatsachen zunächst fest und bringen wir sie in Einklang mit der Konstruktion unseres Motors.

Wir haben gesehen, daß wir eine Kraft, welche von Anfang an den Motor in Bewegung setzt, nicht besitzen. Bei der Dampfmaschine brauchen wir nur den gespannten Wasserdampf in den Zylinder zu lassen, und die Maschine setzt sich in Bewegung. In diesem Falle ist die Kraft bereits vorhanden, während sie im Explosionsmotor erst erzeugt werden soll, durch die Wärmeentwicklung bei der Verbrennung des Gasgemisches. Zu diesem Zwecke ist es erforderlich, mit der Hand die erste Bewegung des Motors einzuleiten.

Unser Motor besteht nur aus wenigen Einzelteilen, die genau gegeneinander abgepaßt sind, und zwar haben wir es bei der vorliegenden Erklärung des Arbeitsprinzips zunächst nur mit einem Zylinder, einem Kolben und zwei Ventilen zu tun. Die beiden Ventile dienen zum Einlassen und Auslassen des frischen, bzw. des verbrannten Gasgemisches, weshalb man das eine das Einlaß- und das andere das Auslaßventil nennt.

Beide Ventile werden durch eine Steuerung — in der Regel zwangläufig — bewegt, wie es der Stand des Arbeitskolbens im Zylinder gerade erforderlich macht.

Wir haben in dem Motorenbenzin, gewöhnlich wird solches im spezifischen Gewichte von 0,68 benutzt, einen sehr leicht entzündlichen Brennstoff, der schon bei der gewöhnlichen Lufttemperatur sehr leicht verdampft und daher auch sehr leicht zu entzünden ist. Bringen wir also den Motor von Hand in Bewegung, derart, daß sich der im Zylinder durch die Abwärtsbewegung des Kolbens entstehende freie Raum mit Luft füllen kann, und bringen wir diese Luft wieder in Berührung mit dem leicht verdunstenden Benzin, dann wird diese eingesaugte Luft das verdunstete Benzin enthalten, und es ist dadurch im Zylinder ein Gasgemisch vorhanden, welches bei richtiger Zusammensetzung, die wir des leichteren Verständnisses halber gleich annehmen wollen, noch nicht schnell brennbar ist. Schließen wir dagegen das Einlaßventil, nachdem der Zylinder ganz gefüllt ist, und bewegen wir nun den Kolben wieder nach oben, dann drücken wir dadurch das eingeschlossene Gasluftgemisch zusammen, also komprimieren es.

Durch diese Kompression verdichten wir das Gasgemisch auf $^1/_4$ seines ursprünglichen Volumens, so daß also die geringe Benzinmenge, welche als Dunst von der angesaugten Luft mitgeführt wurde, nunmehr in einem verhältnismäßig kleinen Raum enthalten ist. Bringen wir nun, nachdem der Kolben seinen höchsten Stand erreicht hat, durch einen elektrischen Funken das Gas zur Entzündung, dann wird sofort die im Gas enthaltene Wärme frei, und eine Folge davon ist

das rapide Ausdehnen der mitgeführten Verbrennungsluft, wodurch eine plötzliche Steigerung des Kompressionsdruckes von 5 Atm. auf einen Verbrennungsdruck von 25 Atm. erfolgt. (1 Atm. ist gleich dem Druck von 1 kg auf 1 qcm.)

Durch die plötzliche Drucksteigerung wird nun der Kolben nach unten geschleudert, wobei das vorhandene große Schwungrad die lebendige Kraft aufspeichert und für die Kraftabgabe, sowie für die Einleitung der folgenden Arbeitsvorgänge im Motorenzylinder zur Verfügung hält.

Wir haben den Kolben verfolgt, wie er nach der erfolgten Verbrennnng des Gasgemisches seinen Weg nach unten antrat. Unten angekommen kehrt er wieder, durch die Kurbel gezwungen, um und wandert nach oben, hierbei das verbrannte Gasgemisch durch das nunmehr geöffnete Auslaßventil vor sich her treibend. Aus dieser Zusammenstellung haben wir gesehen, daß drei Bewegungen des Kolbens notwendig sind, um eine vierte Bewegung, bei welcher die Arbeit verrichtet wird, einzuleiten. Aus diesem Grunde nennt man solche Motoren, und dieses sind noch immer die gebräuchlichsten, Viertaktmotoren.

Mithin bezeichnet man mit einem Takt die Bewegung des Kolbens von einem Ende des Zylinders zum andern. Unter Zuhilfenahme von darstellenden Zeichnungen wollen wir nunmehr beginnen, die einzelnen Takte und die mit diesen zusammenhängenden Vorgänge einer eingehenden Untersuchung zu unterziehen, um zu sehen, wie die vorschriftsmäßige Funktion des Motors bewirkt wird.

2. Allgemeine Erklärung der Einzelteile eines Benzinmotors.

In den folgenden Abschnitten werden wir uns mit den einzelnen Takten des Arbeitsprozesses zu beschäftigen haben, und es ist daher für denjenigen Leser, der sich bisher noch nicht mit dem Benzinmotor beschäftigt hat, notwendig, sich zuerst darüber zu informieren, wie ein Motor überhaupt gebaut ist.

Der Benzinmotor ist eine Kolbenmaschine. In einem, gewöhnlich senkrecht stehenden und oben geschlossenen Zylinder bewegt sich ein gut dichtschließender Kolben auf und ab, der durch eine bewegliche Stange, die Pleuelstange, mit der Kurbelwelle des Motors in Verbindung steht. Bei jeder Kurbelumdrehung geht der Kolben daher zweimal von einem Ende des Zylinders zum andern. Der höchste Stand des Kolbens ist der obere und der tiefste Stand ist der untere Totpunkt.

Oben am Zylinder befinden sich zwei Ventile (Figur 1), die den Einlaß und den Auslaß der Gase bewirken. Das Einlaßventil nennt man auch das Saugventil, während man das Auslaßventil gewöhnlich als Auspuffventil bezeichnet.

Das Einlaßventil steht durch ein Rohr mit dem Vergaser in Verbindung, einem Apparat, durch den die Verdunstung des Benzins eingeleitet wird, während das Auslaßventil durch ein Rohr mit einem Schalldämpfer, auch Auspufftopf genannt, in Verbindung steht. Das Einlaßventil braucht nicht gesteuert zu

sein, in welchem Falle man es dann ein automatisches Saugventil nennt. Das Auslaßventil muß dagegen immer gesteuert sein, denn es muß bei jedem zweiten Hochgange des Kolbens geöffnet werden, um die verbrannten Gase entweichen zu lassen. Bei neueren

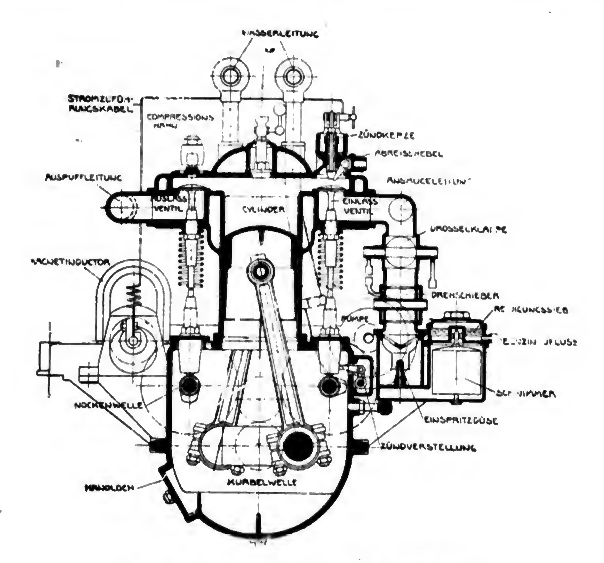


Fig. 1. Schnitt durch den N. A. G.-Motor.

Motoren werden jedoch meistens beide Ventile gesteuert. Dieses geschieht durch eine Daumenwelle, dem Nocken. Der Nocken ist auf der Steuerwelle (Figur 3) befestigt, und diese steht durch eine Zahnradübersetzung mit der Kurbelwelle des Motors in Verbindung und zwar in einem Übersetzungsverhältnis von 1 zu 2, d. h. wenn sich die Steuerwelle einmal herumgedreht

hat, dann hat sich die Kurbelwelle zweimal gedreht. Hierdurch wird der Viertakt erzielt.

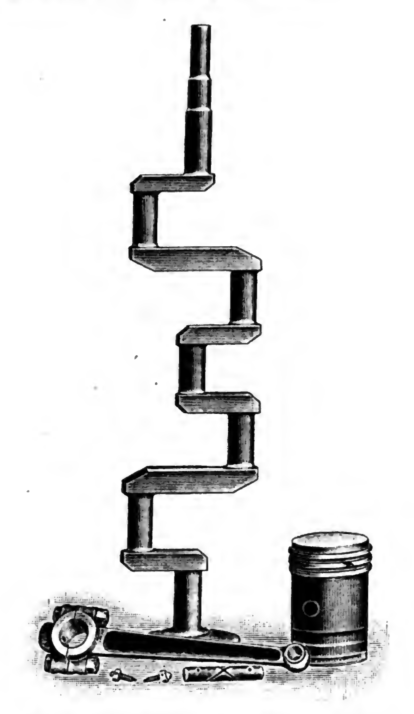


Fig. 2. Kurbelwelle, Pleuelstange und Kolben des Stoewer-Motors.

Die Steuerwelle dient ferner zur Bewegung der elektrischen Zündvorrichtung, sowie bei Motoren mit Wasserkühlung auch noch zum Antrieb einer Wasserpumpe.

Das geschlossene Ende des Zylinders, welches beim

höchsten Stande des Kolbens über diesen hinausragt, nennt man den Explosions- oder auch den Kompressionsraum. In diesem Raume werden die angesaugten Gase verdichtet (komprimiert) und durch eine Zündkerze, an welcher der elektrische Funken überspringt, zur Entzündung oder Explosion gebracht. Die Zündkerze befindet sich in der Regel in der Nähe des Ein-



Fig. 3.
Teil einer Steuerwelle mit Nocken und Zentrifugalregulator vom N. A. G.-Motor.

laßventils, weil hier immer die besten Gase vorhanden sind.

Oben auf dem Explosionsraume ist gewöhnlich ein kleiner Hahn, der Kompressionshahn, auch wohl Zischhahn genannt, angebracht. Dieser dient dazu, beim Andrehen des Motors die Kompression zu mindern, und wird ferner benutzt, wenn man etwas Benzin oder Petroleum in den Explosionsraum geben will. Befindet sich der Motor im Betriebe, dann muß der Kompressionshahn geschlossen sein.

Um einen möglichst dichten Abschluß zu erzielen, ist der Kolben mit drei oder vier Kolbenringen versehen, die sich federnd an die glatte Zylinderwand legen. Ebenso müssen die Ventile absolut dicht eingeschliffen sein, da von der Dichtigkeit der Ventile und des Kolbens die Kraftäußerung des Motors abhängig ist. Die Ventile werden durch Druckfedern auf ihre Sitze gepreßt.

Wie aus obiger Zusammenstellung hervorgeht, ist der Benzinmotor eine sehr einfache Maschine, die leichter wie jede andere Betriebsmaschine übersehen und im Stande gehalten werden kann.

---

3. Der erste Takt oder die Saugperiode.

In den folgenden Figuren sehen wir die wesentlichen Bestandteile des Motors, wie sie für unsere Betrachtung des ersten Taktes oder der Saugperiode notwendig sind. Der Übersichtlichkeit halber sind alle Organe des Motors, die das ganze Bild nur unklarer machen würden, fortgelassen. Der vollständige Verlauf der Saugperiode wird durch drei Schnittzeichnungen dargestellt, bei welchen wir uns die vorkommenden Bewegungen der Einzelteile des Motors in der Richtung der eingezeichneten Pfeile vorzustellen haben.

Wir haben daher die ersten einleitenden Bewegungen des Kolbens vorzunehmen, indem wir die Kurbelwelle des Motors durch eine Kurbel oder, wie es bei einem Motorfahrrade der Fall ist, durch das Antreten des Rades in Drehung versetzen.

In der Figur 4 befindet sich der Kolben *K* auf seinem oberen Totpunkte, und sowohl das Einlaßventil *E*, als auch das Auslaßventil *A* sind fest geschlossen. Das Einlaßventil *E* steht durch ein weites Rohr *R* mit dem Vergaser *V* in Verbindung, und eine bewegliche Scheibe, die Drosselklappe *D*, kann mit der Hand gedreht werden, wodurch der freie Durchgangsquerschnitt im Rohr *R* verkleinert werden kann.

Die Kurbelwelle *M* steht durch die Pleuelstange *P*, die unten die Kurbel *Z* umfaßt, mit dem Kolben *K* in Verbindung; drehen wir also die Kurbelwelle in der Richtung des Pfeiles, dann marschiert der Kolben

nach unten. Hierdurch würde also, wenn die Ventile nicht geöffnet werden, im Kompressionsraume *C* eine Luftverdünnung stattfinden, und der dadurch erzeugte Unterdruck würde genügen, um das Einlaßventil *E* anzuheben, also automatisch zu öffnen, wenn es durch eine nicht zu kräftige Feder auf seinem Sitze gehalten wird. Im vorliegenden Falle haben wir es jedoch mit einem Motor zu tun, bei welchem auch das Einlaßventil gesteuert ist, und diese Steuerung erfolgt durch einen Nocken *e*, der ebenso wie der Nocken *a* für das Auslaßventil auf einer Steuerwelle befestigt ist. Die beiden Zahnräder *Z Z* haben die doppelte Anzahl Zähne als das auf der Kurbelwelle befindliche Zahnrad *Z* und stehen mit diesem durch ein Zwischenrad Z_1 in Eingriff.

Drehen wir nun die Kurbelwelle in der Richtung des Pfeiles, dann drehen sich die großen Zahnräder *Z Z* ebenfalls, jedoch nur halb so schnell, und der Nocken *e* drückt den Ventilstössel *s* hoch, der dann das Einlaßventil öffnet.

Im Vergaser *V*, der an das Benzingefäß angeschlossen ist, steht das Benzin ganz nahe an der Düsenmündung *d*, und da der freie Rohrquerschnitt in der Nähe der Düsenmündung nur etwa $^1/_{10}$ des Zylinderquerschnittes beträgt, so muß die durch den Kolben *K* angesaugte Luft zehnmal so schnell, wie die Kolbengeschwindigkeit ist, an der Düsenmündung vorbeistreichen. Hierdurch wird etwas Benzin aus der Düse mitgerissen, Figur 5. Es spielt sich hierbei derselbe Vorgang ab, wie wir ihn z. B. vom Parfumzerstäuber und von den bekannten Wasserzerstäubern der Blumenhändler her kennen.

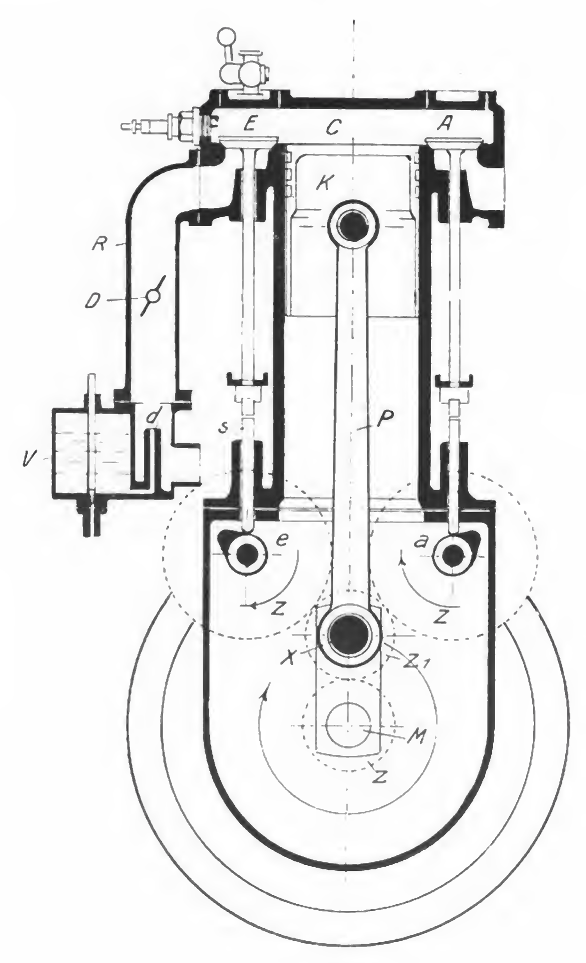


Fig. 4.

Das fein verteilte Benzin kommt daher, je nachdem man schnell oder langsam an der Kurbelwelle dreht, mehr oder weniger heftig mit der angesaugten Luft in Berührung, und da es sehr leichtflüchtig ist, verdunstet es sofort in dem Luftstrom. Die Bezeichnung „Vergaser“ ist eigentlich nicht richtig gewählt, man müßte vielmehr „Zerstäuber“ sagen, im Gegensatz zu dem Oberflächenvergaser, den wir später noch kennen lernen und den wir richtiger als „Verdunster“ ansprechen.

Wir sehen in der Figur 5, wie das Einlaßventil ganz geöffnet ist und wie der Nocken *e* auf seinem höchsten Punkte steht. Inzwischen ist aber auch der Nocken *a* weiter marschiert, was wohl zu beachten ist, da diese Erkenntnis für die späteren Vorgänge nötig ist.

In der Figur 6 ist endlich der Kolben auf seinem unteren Totpunkte angekommen, und das Einlaßventil *E* ist wieder geschlossen.

Offenbar ist nun der Raum über dem Kolben mit explosiblem Gasgemisch gefüllt, und zwar ist so viel Gasgemisch in den Zylinder gesaugt worden, wie die Volumenveränderung durch den nach unten gewanderten Kolben ausmacht. In der Praxis trifft diese Annahme nicht zu, die Zylinderfüllung ist gewöhnlich nicht so vollkommen. Dieses hat jedoch für unsere fernere Betrachtung keine Bedeutung.

Beim Andrehen des Motors mit der Hand oder mit dem Fuße haben wir aber niemals eine so große Kolbengeschwindigkeit erreichen können, wie sie nachher im Betriebe stattfindet, es ist daher auch unmöglich, das Benzin durch die geringe Strömungsgeschwindigkeit an der Düsenmündung so energisch anzusaugen,

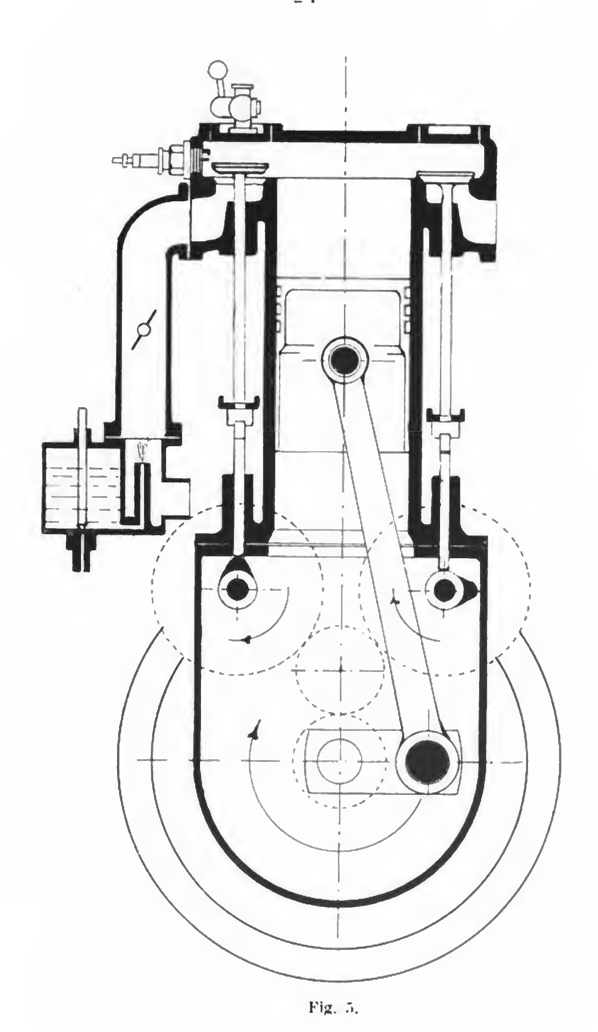


Fig. 5.

als es für die gute und reichliche Gemischbildung erforderlich ist. Aus diesem Grunde müssen wir vor dem Andrehen des Motors erst etwas Benzin über den Düsenrand laufen lassen, was gewöhnlich durch Anheben der Ventilnadel des Vergasers geschieht. Zu diesem Zwecke besitzt jeder Spritzvergaser einen Knopf auf dem Schwimmerbehälter, den man einfach einige Sekunden herunterdrückt. Manche Leute haben die üble Angewohnheit, den Knopf mit aller Gewalt und oft hintereinander herunter zu stoßen. Dieses ist aber für den Vergaser sehr schädlich, weil der Schwimmer dadurch sehr leicht Beulen bekommt, wodurch sich sein Volumen verändert. Ebenso können dadurch auch Undichtigkeiten des Schwimmers hervorgerufen werden, es kommt Benzin in den Schwimmer, er wird schwerer, und das Benzin läuft dauernd über den Rand der Düse. Nähere Erklärung siehe Kapitel Vergaser.

Es ist nun durchaus nicht immer der Fall, daß der Motor schon gleich beim ersten Andrehen anspringt, denn es kann das Gas nicht die richtige Zusammensetzung haben, es kann zu gasreich oder zu gasarm sein, und deshalb muß man dem Vergaser die größte Aufmerksamkeit schenken, damit man des Guten nicht zu wenig und auch nicht zu viel tut. Nach einiger Übung wird man aber sehr bald allein herausbekommen, welche Gemischstellung für den Motor beim Anlassen und im Betrieb die beste ist.

Mit dieser Darstellung verlassen wir den ersten Takt oder die Saugperiode und kommen zu dem zweiten Takt oder der Kompressionsperiode.

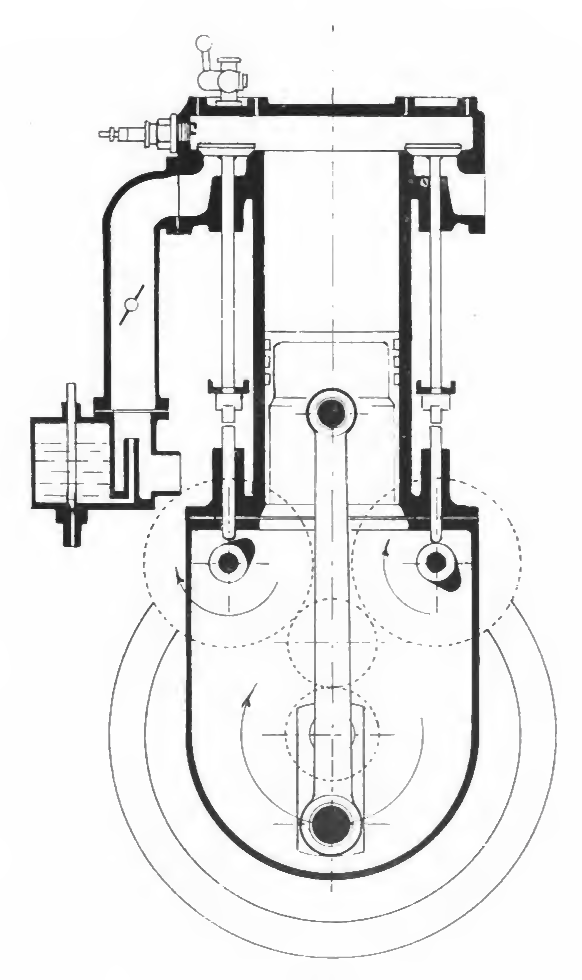


Fig. 6.

4. Der zweite Takt oder die Kompressionsperiode.

Wir haben im vorigen Abschnitt den Motor verlassen, als sein Zylinder sich mit Benzingas gefüllt hatte. Der Kolben hatte hierbei seinen tiefsten Stand, d. h. den unteren Totpunkt erreicht und ist im Begriff, seinen Weg wieder nach oben zu nehmen. Wir kommen jetzt zu dem wichtigsten Takt im Motor, weil von ihm mehr oder weniger die Güte resp. die Leistungsfähigkeit des Motors abhängt.

Die ersten Gasmotoren, die gebaut wurden, arbeiteten alle ohne Kompression, d. h. bei ihnen wurde das Gas vor der Verbrennung nicht verdichtet, sondern so, wie es in den Zylinder gesaugt wurde, verbrannt. Erst nachdem die Deutzer Gasmotorenfabrik einige tausend solcher Gasmotoren gebaut hatte, kam der Erfinder Dr. Otto darauf, das Gas vor der Verbrennung noch besonders zu verdichten. Es wurde dem Motor in sein Arbeitsspiel noch ein Hub eingefügt, dem darauf noch ein zweiter Hub folgte, und es entstand der Viertaktmotor, wie wir ihn heute vor uns haben. Die Wichtigkeit dieses Kompressionshubes für den Gasmotorenbau geht schon daraus hervor, daß große Patentprozesse um ihn geführt wurden. Bei dieser Gelegenheit wurde dann ermittelt, daß bereits 1838 Barnett ein Patent angemeldet hatte, in welchem die Kompression beschrieben wurde.

Wenn man das Gasgemisch vor seiner Verbrennung komprimiert, dann kommen dadurch die wenigen Benzinteile, die im Zylinder enthalten sind, in engere

Verbindung miteinander, weil der Raum, welcher bei vollendeter Kompression der Gase zur Verfügung steht, bedeutend kleiner ist als vorher. Eine Folge davon ist eine Erhöhung der Zündfähigkeit. Mit anderen Worten kann man sagen, durch die Kompression kann man ein benzinarmes Gas sicherer zur Entzündung bringen, und die Verbrennung geht bedeutend schneller vonstatten. Nehmen wir z. B. an, der Zylinder enthält 1 Liter Gas. Wenn wir dieses bei gewöhnlichem Druck verbrennen wollen, so gehört offenbar fünfmal so viel Zeit dazu, als wenn wir das Gas auf 5 Atm. komprimieren oder so weit verdichten, daß es nur einen Raum von $^1/_5$ Liter einnimmt. Es ist dasselbe Verhältnis, als wenn wir zwei Streifen Papier von gleichem Gewichte nehmen, den einen lang lassen und den anderen fünfmal zusammenfalten. Wenn beide zugleich angezündet werden, dann wird der zusammengefaltete Streifen längst verbrannt sein, wenn der lange noch brennt.

Nun kommt es beim Motor aber nicht darauf an, das Gas zu verbrennen, sondern das Gas schnell zu verbrennen, denn die frei werdende Wärme soll in Arbeit umgewandelt werden, und deshalb ist jede Verlangsamung der Verbrennung mit einem Wärmeverlust verknüpft, was man möglichst vermeiden soll.

Von der Höhe der Kompression ist aber auch die Höhe des Explosionsdruckes abhängig, und zwar ist letzterer ungefähr proportional dem Quadrate des Kompressionsdruckes, d. h. komprimieren wir das Gas auf 3 Atm., dann erhalten wir einen Explosionsdruck von ca. 9—11 Atm. Komprimieren wir aber auf 4 Atm., dann beträgt der Explosionsdruck schon

14—17 Atm., und wenn wir bis auf 5 Atm. komprimieren, dann erhalten wir einen Explosionsdruck von 24—26 Atm. Rechnen wir die Kompressionshöhe als Verlust, dann ist der Gewinn gleich dem Explosionsdruck minus Kompressionsdruck, und wir sehen, daß die Differenz immer günstiger wird, je höher wir komprimieren, z. B. bei 3 Atm. ist der Gewinn ca. 11 — 3 = 8 Atm., bei 4 Atm. aber schon 17 — 4 = 13 Atm. und bei 5 Atm. gar 26 — 5 = 21 Atm. usw.

Durch die Kompression wird aber Wärme erzeugt, und diese Wärme steht wieder in einem ganz festen Verhältnis zur Höhe der Kompression, so daß wir schon bei geringem Druck eine Lufttemperatur erreichen können, bei welcher sich das Benzin, das in dieser Luft enthalten ist, von selbst entzündet. Eine solche Selbstentzündung ist aber sehr schädlich für den Motor, weil sie keine Verbrennung, sondern eine Explosion ist und unter Umständen so stark werden kann, daß der ganze Motor zertrümmert wird. Man ist deshalb in der anwendbaren Höhe der Kompression beschränkt und kann mit letzterer bei Motoren mit Wasserkühlung nicht über 5 Atm. hinausgehen. Solche Zylinder werden außen, wo sie von Wasser bespült werden, nicht viel über 80° C heiß, in ihrem Innern herrscht jedoch eine bedeutend höhere Temperatur. Diese erhöht nun noch die Kompressionswärme, und wenn dann durch irgend ein Versehen etwas am Vergaser geändert wurde, wodurch das Gas benzinreicher wird, so sind die sogenannten Kompressionszündungen, die man an den scharfen Schlägen im Motor erkennt (das Hämmern), die notwendigen Folgen, die sich nur durch eine bessere Kühlung oder

durch Verminderung des Benzins im Gasgemisch beseitigen lassen.

Bei Motoren mit Luftkühlung ist die Temperatur der Zylinderwandungen und namentlich die der Explosionsräume im Zylinderkopf bedeutend höher als bei Motoren mit Wasserkühlung, und deshalb darf man die Kompression bei luftgekühlten Motoren nicht so hoch treiben, sondern geht hier nur bis auf höchstens 4 Atm. Eine notwendige Folge davon ist natürlich, daß Motoren mit Luftkühlung weniger rationell arbeiten.

Der Einfluß der Kompression auf den guten Gang des Motors ist nun genügend erklärt worden, um die weiteren Ausführungen verstehen zu können.

Da der Grad der Kompression abhängig ist von der guten Füllung des Zylinders, so müssen wir dafür sorgen, daß das angesaugte Gas auf seinem Wege in den Zylinder keine zu hohen Widerstände findet, d. h. wir dürfen nichts an den Rohrquerschnitten ändern und müssen auch dafür sorgen, daß sich die Ventile immer genügend hoch heben. Drosseln wir z. B. das Gasgemisch, dann erhalten wir eine bedeutend geringere Leistung, und eine ebensolche Drosselung findet statt, wenn wir entweder das Saugventil oder das Auslaßventil nicht genügend anheben lassen.

Wir müssen aber auch ferner dafür Sorge tragen, daß das im Zylinder befindliche Gas nicht wieder teilweise entweicht, wenn der Kolben hochgeht und die Verdichtung einleitet. Deshalb ist es nötig, daß die Ventile absolut dicht schließen und nicht eine Spur der Gase entweichen lassen. Ebenso muß der Kolben sehr gut schließen und gut geölt sein. Da der Kolben selbst aber nur ganz leicht im Zylinder auf- und abgehen

darf und wegen seiner größeren Erhitzung eine größere Ausdehnung erfährt als der Zylinder, so darf er niemals in den Zylinder eingeschliffen werden, sondern sein Durchmesser muß immer ca. 2 Tausendstel kleiner sein als die Zylinderbohrung. Für sich allein würde also der Kolben nicht abdichten können. Um aber diese Abdichtung zu erreichen, versieht man den Kolben mit exzentrisch gedrehten Kolbenringen, die etwas größer im Durchmesser sind als der Kolben, damit sie sich federnd an die Zylinderwand legen können und dadurch einen dichten Abschluß des Kolbens herbeiführen. Damit die Kolbenringe gut federn können, müssen sie von Zeit zu Zeit revidiert werden, indem man durch Auswaschen mit Petroleum für ihre Bewegungsfreiheit in den Nuten des Kolbens sorgt. Wir werden diese Einzelheiten später noch ausführlich in besonderen Kapiteln behandelt finden, woraus zu ersehen ist, wie man dabei verfährt.

Wir wenden uns indessen wieder unseren Motorzeichnungen zu und verfolgen den Kolben auf seinem Wege nach oben.

In der Figur 7 hat der Kolben seinen Weg und somit den zweiten Takt, die Kompressionsperiode, vollendet, und das Gas, welches sonst den ganzen Zylinder anfüllte, ist im Zylinderkopfe, also einem verhältnismäßig kleinen Raume enthalten. In diesem Augenblick erfolgt aber auch unter normalen Verhältnissen die Zündung und damit die Einleitung des dritten Taktes, der Arbeitsperiode. Bevor wir uns jedoch mit der Arbeitsperiode befassen, müssen wir uns ganz eingehend mit der Zündung selbst beschäftigen.

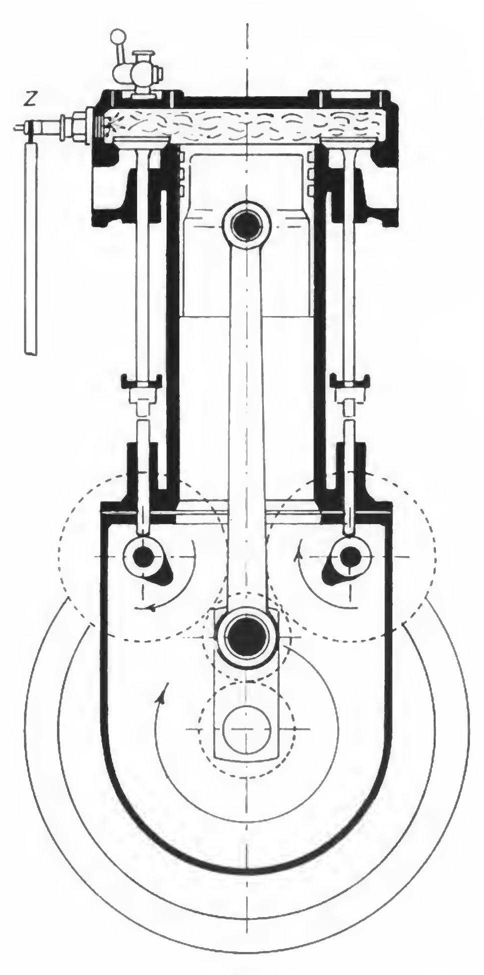


Fig. 7.

5. Die Zündung, Vorzündung und Nachzündung.

In der Figur 7 haben wir den Motor in dem Augenblick verlassen, wo die Kompression der Gase vollendet ist und wo durch einen elektrischen Funken, der an der Zündkerze *Z* überspringt, das zusammengepreßte Gas entflammt wird.

Der elektrische Funken, der das Gas entzündet, wird bei den verschiedensten Motorenarten auf verschiedenen Wegen erzeugt, was in dem Kapitel über die Zündapparate näher beschrieben ist. Wir haben hier zunächst nur den Zündmoment zu behandeln und müssen uns mit den Begriffen „Vorzündung“ und „Nachzündung“ beschäftigen.

Ein jeder Vorgang, und sei er auch noch so schnell, erfordert eine Zeit, und diese Zeit ist namentlich im Motorenbetriebe für die einzelnen Funktionen so knapp bemessen, daß gewöhnlich nur Bruchteile von Sekunden zur Verfügung stehen. So ist es z. B. bei der Zündung der Fall.

Denken wir uns einmal einen Motor, der in einer Minute 1200 Umdrehungen der Kurbelwelle vollführt, Fahrradmotoren laufen meistens doppelt so schnell, so kommen auf eine Sekunde 20 Umdrehungen, von denen jede wieder aus 2 Takten besteht. Mithin ist für einen Takt nur $^1/_{40}$ Sekunde vorhanden. Die Zündung selbst soll aber nur in der Nähe des oberen Totpunktes stattfinden, und deshalb erfolgt sie meistens nur innerhalb der Grenze von einer $^2/_{100}$ Sekunde. Die durch den überspringenden Zündfunken

eingeleitete Verbrennung des Gasgemisches soll aber momentan stattfinden, und zwar soll sie in einer überhaupt kaum mehr meßbaren Zeit geschehen. Genau genommen würden wir hier also schon keine Verbrennung mehr, sondern eine Explosion erhalten; diese müssen wir aber, wie schon vorher bei der Kompression erwähnt, möglichst zu vermeiden suchen.

Bei der überaus schnellen Bewegung des Kolbens würde dieser aber schon unbedingt einen Weg nach unten zurückgelegt haben, bevor die Verbrennung des Gasgemisches ganz erfolgt ist, und um dieses zu vermeiden und um zu bewirken, daß die Verbrennung schon dann erfolgt ist, wenn der Kolben auf seinem oberen Totpunkte angelangt ist, wenden wir die Vorzündung an. Das heißt, wir lassen den Zündfunken bereits überspringen, wenn der Kolben noch einen Teil seines Weges nach oben, während der Kompressionsperiode, zurückzulegen hat. Die Zündung vor dem Totpunkte nennen wir daher Vorzündung, im Gegensatze zu der Zündung nach dem Totpunkte, die wir mit Nachzündung bezeichnen.

Angenommen, wir haben Vorzündung eingestellt, dann erfolgt doch die Zündung selbst in dem Augenblick, wo die Kompression noch nicht ihre volle Höhe erreicht hat. (Bei hoher Tourenzahl erfolgt die Zündung bereits, wenn das Gasgemisch kaum auf die Hälfte komprimiert ist.) Nun schreitet die Verbrennung des Gasgemisches rapide fort, und es ist daher erforderlich, daß diese fortschreitende Verbrennung gleichen Schritt mit der Kolbengeschwindigkeit hält; denn wenn die Verbrennung schneller vor sich geht als die Bewegung des Kolbens, dann beginnt der Ex-

plosionsdruck bereits auf den Kolben zu wirken, wenn dieser noch nicht seinen oberen Totpunkt erreicht hat. Die Folge davon ist, daß der Kolben den Totpunkt nicht mehr erreicht und sofort zurückgeht, was man in der Praxis einen Rückschlag nennt.

Solche Rückschläge können beim Andrehen eines Motors sehr gefährlich werden, und es sind schon oft Fälle vorgekommen, wo die zurückschlagende Andrehkurbel Armbrüche herbeigeführt hat. Um dieses Zurückschlagen aber zu vermeiden, wendet man beim Andrehen des Motors die Nachzündung, auch wohl „Spätzündung" im Gegensatz zu „Frühzündung" genannt, an. In diesem Falle kann die Zündung erst dann erfolgen, wenn der Kolben seinen oberen Totpunkt passiert hat.

Sofort, wenn durch die Vorzündung die Verbrennung eingeleitet wird, entsteht im Zylinder eine Ausdehnung des eingeschlossenen Gases und zwar durch die Verbrennungswärme. Dieser Ausdehnung wirkt aber die Kompression entgegen, und eine Folge davon ist eine Verstärkung der Kompression durch die entstehende Explosionswelle. Hierdurch wird die Verbrennung noch mehr beschleunigt, und deshalb ist es heute sehr leicht möglich, Motoren mit 3000 und mehr Touren pro Minute herzustellen. Da nun bis zu einer gewissen Grenze, die bei ungefähr 750—800 Explosionen pro Minute liegt, die Kraft des Motors abhängig ist von seiner Tourenzahl, so kann man daraus den Wert der Vorzündung sehr wohl erkennen. Es kommen aber auch im Motorsport Fälle vor, wo von dem Motor weniger die rationelle Kraftleistung als die große Tourenzahl verlangt wird, z. B. beim

Fahren auf glatter ebener Straße, wo unter Umständen der Motor nur halb belastet ist. Also auch hier ist die Vorzündung von großem Wert.

Besitzt man dagegen einen Motor, der mit einem besonders kräftigen Zündfunken arbeitet, wie er z. B. durch die Magnet-Abreiß-Zündung erzielt wird, dann erreicht man gewöhnlich die höhere Tourenzahl durch die Öffnung der Gasdrossel, indem man den Ansaugwiderstand verringert. Immerhin soll hierbei bemerkt werden, daß in der Regel die hohen Tourenzahlen, wie mit der verstellbaren Vorzündung, nicht erreicht werden können. Motoren mit feststehender Abreißzündung arbeiten aber meistens schon mit einer eingestellten Vorzündung von 5—10 mm.

Die Zündvorrichtungen selbst erfordern eine sehr sorgfältige Pflege, denn wie wir gesehen haben, hängt das ganze Funktionieren davon ab, und deshalb ist in diesem Buche auch ein großer Raum für die Zündapparate und ihre Behandlung usw. vorgesehen.

---

6. Der dritte Takt oder die Arbeitsperiode.

Sobald der Kolben seinen oberen Totpunkt erreicht hat, beginnen die nunmehr vollkommen brennenden Gase ihre Druckwirkung auf den Kolben auszuüben, und mit 4—5facher Gewalt, mit der er vordem nach oben gedrückt werden mußte, drückt er jetzt von selbst nach unten. Anfangs drücken auf jedes qcm seiner Oberfläche ca. 25 kg, aber je weiter der Kolben nach unten wandert, desto mehr dehnen sich die Gase aus und kühlen ab, so, daß nahezu am Ende des Arbeitstaktes nur noch ein Druck von ca. 3—4 kg auf dem qcm lastet.

Inzwischen hat aber das große Schwungrad die Energie gesammelt, um sie zum Teil nach außen an den Wagen oder an das Fahrrad abzugeben und zum Teil wieder für die Einleitung der folgenden Takte zu benutzen. Der Kolben aber soll seinen Weg wieder nach oben antreten, und damit er auf diesem seinem nächsten Wege nicht gehemmt wird, müssen die verbrannten und meistens noch brennenden Gase aus dem Zylinder entfernt werden, damit der Zylinder wieder frei wird, um frisches Gas ansaugen zu können. Dadurch kommen wir auf den letzten Takt, die Auspuffperiode.

Man hat früher für den Arbeitstakt ebenfalls einen ganzen Kolbenhub benutzt, aber Versuche haben ergeben, daß es besser ist, wenn man die Arbeitsperiode nicht über den ganzen Hub ausdehnt, sondern den Druck der verbrannten Gase nur während etwa $^7/_8$

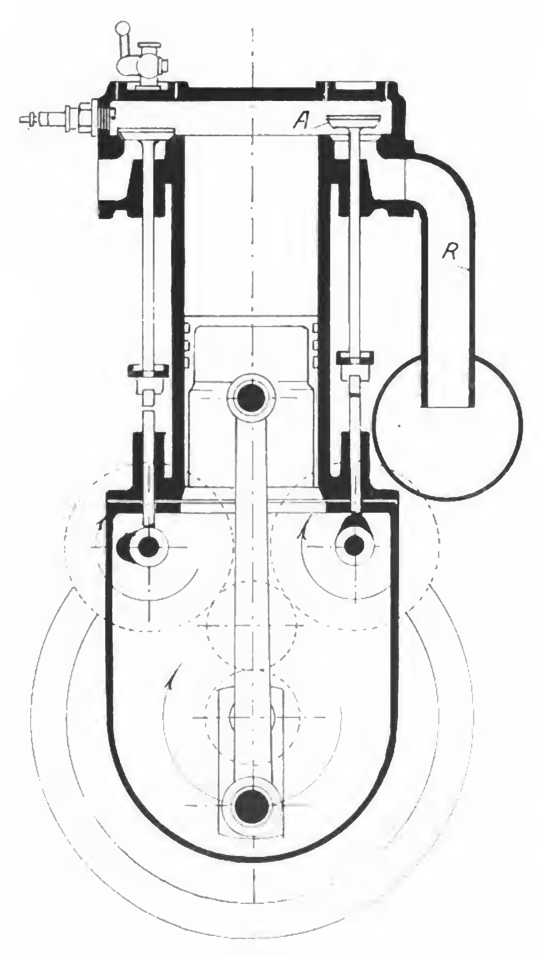


Fig. 8.

des Hubes wirken läßt. Man ist daher dazu übergegangen, die Voreilung des Auspuffes möglichst proportional der Tourenzahl zu machen, indem man Motoren, die sehr schnell laufen müssen, mit einem Nocken versieht, der die Auspuffgase früher frei gibt, als es eigentlich ratsam ist. Danach sehen wir, wie in unserer Figur 8 das Auslaßventil schon ganz geöffnet ist, wenn der Kolben erst auf seinem unteren Totpunkte angelangt ist.

Je später nämlich das Auslaßventil geöffnet wird, desto größer muß es sein, weil die heißen Gase immer noch das Drei- bis Vierfache des Anfangsvolumens besitzen. Dadurch würden wir aber auf Ventildimensionen kommen, die praktisch unmöglich sind, und der Ausschubwiderstand der Gase würde zu groß werden. Andererseits hat aber das frühe Öffnen des Auslaßventils wieder einen großen Nachteil zur Folge, der kurz erläutert werden soll.

Es gibt keinen Benzinmotor, bei welchem die Gase nicht mehr brennen, wenn das Auslaßventil geöffnet wird. Eine Folge davon ist, daß die noch brennenden Gase den Kopf des Ventils, besonders am Sitz, und das obere Ende der Ventilspindel verbrennen, und dieses Verbrennen macht sich namentlich bei schnelllaufenden Motoren mit kurzem Hub bemerkbar. Man sucht diesem Übelstand einerseits durch Verwendung von Gusstahl für die Ventile und andererseits durch eine gute Kühlung der Sitzflächen zu begegnen, ohne jedoch das Undichtwerden des Ventils, das mit der Zeit immer eintritt, verhindern zu können.

7. Der vierte Takt oder die Auspuffperiode.

Sobald das Auslaßventil geöffnet wird, was ungefähr 10—20 mm vor dem unteren Totpunkte der Fall ist, entweichen die verbrannten Gase mit großer Gewalt ins Freie, und der Motor wird durch ein starkes knatterndes Geräusch, welches einzelnen Pistolenschüssen, die schnell hintereinander abgefeuert werden, gleicht, zeigen, daß die einzelnen Verbrennungen regelrecht erfolgen. Einen solchen Störenfried würde die Polizei jedoch nicht dulden, und deshalb müssen wir die Gase vorher erst in einem Schalldämpfer beruhigen.

Ein solcher Schalldämpfer oder Auspufftopf steht durch ein Rohr *R*, Figur 8, in Verbindung mit dem Auslaßventil *A*. Er besteht in der Regel (siehe auch Kapitel Auspufftöpfe oder Schalldämpfer) aus einigen konzentrischen Röhren, die einen Fassungsraum von ca. dreifacher Größe des Zylindervolumens besitzen. Kleinere Auspufftöpfe dämpfen das Geräusch weniger gut, oder sie nehmen wieder bei richtiger Dämpfung dem Motor zu viel Kraft.

Die einzelnen Röhren des Auspufftopfes sind so angeordnet, daß die eintretenden Gase einen Zickzackweg zurücklegen müssen, ehe sie ins Freie gelangen können, was in der Regel durch Bohrungen oder auch enge Schlitze in den Rohrwandungen, und zwar an den Enden, bewirkt wird.

Einesteils werden die Gase dadurch gezwungen, sich zu verteilen und verlieren ihre gewaltige Ge-

schwindigkeit durch ihre Ausdehnung, und andererseits kommen sie mit kühlen Metallflächen in Berührung, durch welche sie abgekühlt werden. Würde man die Abkühlung so weit treiben können, bis die austretenden Gase wieder das Anfangsvolumen, also den Zylinderinhalt erreicht haben, dann würde das

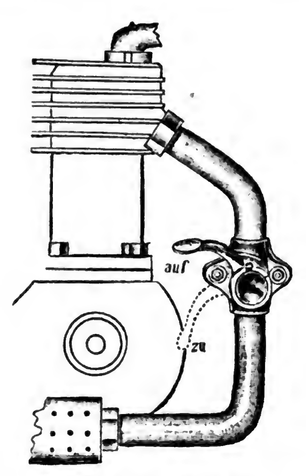


Fig. 9. Auspuffklappe von Curt Graichen-Pegau i. S.

Auspuffgeräucsh verschwunden sein. Je näher daher ein Auspufftopf diesem Ideal kommt, desto besser ist er. Aus diesen Gründen hören wir, daß die Automobile gewöhnlich viel ruhiger laufen als die Motorräder.

Je stärker aber ein Auspufftopf, der nur klein ist, das Geräusch dämpft, desto größer ist der Kraftverlust, den der Motor erleidet, und desto heißer wird

das Auslaßventil. Bei luftgekühlten Motoren macht sich in solchen Fällen auch eine Überhitzung des Zylinders bemerkbar. Man bringt deshalb in vielen Fällen am Auspuffrohr *R* eine Klappe an, die man öffnet, wenn man sich auf freier Landstraße befindet, siehe Figur 9. Die Auspuffgase können dann direkt ins Freie treten, ohne den Topf zu passieren. Der Kraftgewinn beträgt meistens ca. 10%, gewöhnlich jedoch noch mehr, weil in der Regel alle Auspufftöpfe zu klein sind.

8. Darstellung des Arbeitsvorganges in einem Fahrradmotor.

Nachdem wir in den vorhergehenden Kapiteln das Arbeitsverfahren eines Benzinmotors mit seinen vier Takten im allgemeinen betrachtet und kennen gelernt haben, wollen wir uns einmal unter Benutzung der sehr instruktiv gehaltenen Zeichnungen der Neckarsulmer Fahrradwerke in Neckarsulm mit einem Fahrradmotor dieser Fabrik, der größten Spezialfabrik Deutschlands, beschäftigen.

Wie aus der Figur 10 hervorgeht, befindet sich das Saugventil über dem Auslaßventil, wobei beide Ventile durch einen und denselben Nocken, der hier zwei verschiedene Daumen besitzt, die nebeneinander liegen, gesteuert werden. Hierbei wird das Saugventil durch Zug und das Auslaßventil durch Druck betätigt. In der nebenstehenden Abbildung ist der Kolben nahezu am Ende der Saugperiode angelangt, und das Saugventil beginnt sich bereits wieder zu schließen. Wir sehen, wie aus dem Benzin-Reservoir das Benzin in den Vergaser gelangt, wo es durch einen Schwimmer auf konstantem Niveau gehalten wird, dort durch eine feine Düse von der angesaugten Luft zerstäubt wird und nun als Gasgemisch in den Zylinder gelangt. Von oben führt ein weites Rohr, das an seinem oberen Ende mit einem Hebel für die Luftzugabe und Nachregulierung versehen ist, in das Gasrohr am Vergaser. Hierdurch wird im Betriebe die Zusammensetzung des Gases einreguliert, damit letzteres immer seine richtige Gemischstärke besitzt. Seitlich vom Auspuff kom-

mend, führt ein enges Rohr, das mit einem Hahn versehen ist, bei kalter Jahreszeit, wo das Benzin schwerer

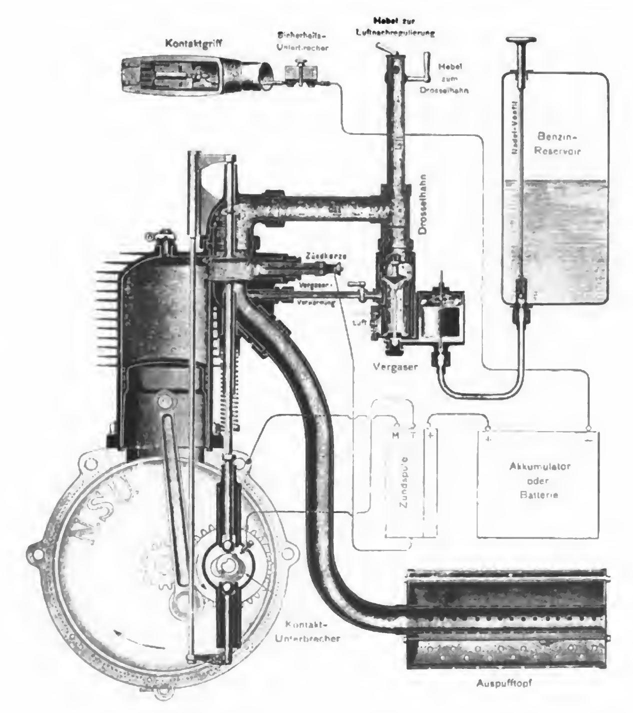


Fig. 10.

vergast resp. verdunstet, einen Teil der heißen Auspuffgase um den Vergaser, damit dieser vorgewärmt wird, während der größte Teil der kalten Luft durch den mit „Luft“ bezeichneten Schieber in den Vergaser tritt. Wie ersichtlich, spritzt das angesaugte

Benzin gegen einen kleinen Kegel mit großer Oberfläche, den „Pilz“, damit es gehörig zerstäubt wird.

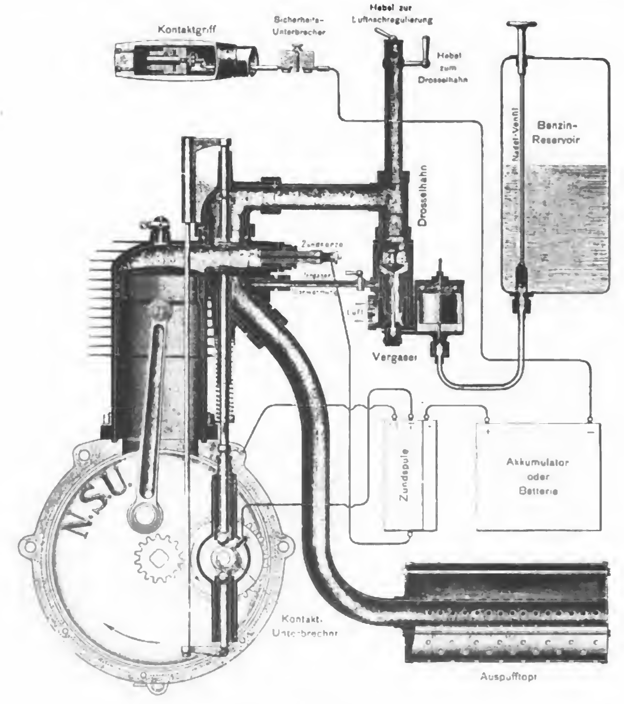


Fig. 11.

In der nächsten Figur 11 sehen wir, wie der Kolben wieder fast auf seinem oberen Totpunkte angekommen ist, wo also die Kompression nahezu ihren höchsten Grad erreicht hat, und wie bei geringer Vorzündung der elektrische Funken an den Polen

der Zündkerze überspringt, um das Gas zu entflammen.

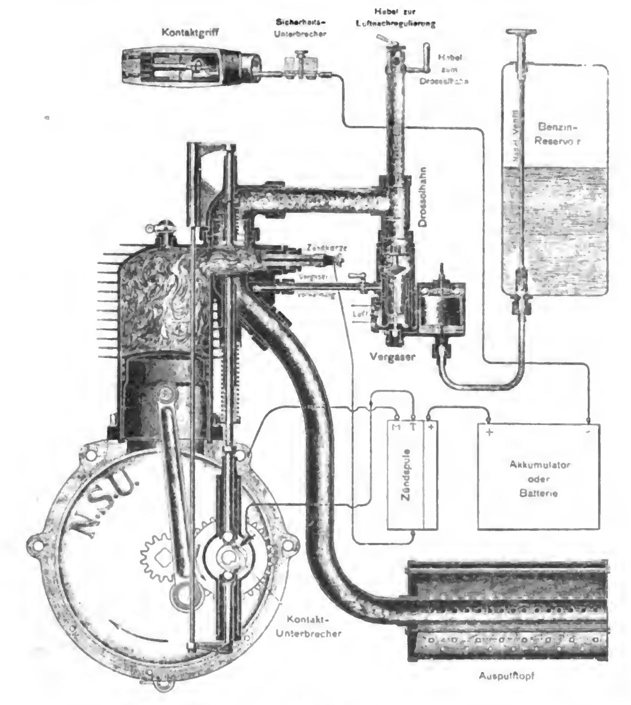


Fig. 12.

Während die Neckarsulmer in der Regel die Magnetzündung mit Hochspannung nach System Eisemann benutzen, ist hier der Deutlichkeit wegen die Batteriezündung eingezeichnet, die für den Laien leichter verständlich ist.

Durch den oben sichtbaren Handgriff am Fahrrad ist der Kontaktschluß der Batterie mit dem Motorgestell hergestellt, und durch den nunmehr geschlos-

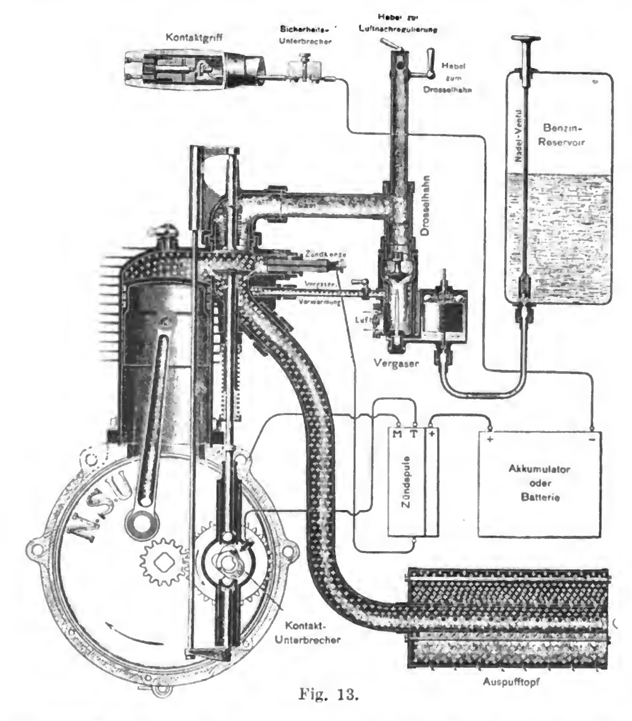


Fig. 13.

senen Kontakt am Motor kann der Strom durch die zwischengeschaltete Spule zirkulieren, wird hier umtransformiert und gelangt als hochgespannter Strom, dessen Funken einen Luftraum überspringt, in die Zündkerze. Die Ventile sind geschlossen und der Ver-

gaser hat seine Tätigkeit eingestellt, während sich im Gasrohr noch etwas Gas befindet, das bei der nächsten Saugperiode zur Verwendung gelangt. Im selben Augenblick tritt der Kontaktunterbrecher am Motor wieder in Funktion, und der Strom wird wieder unterbrochen. Hier hätten wir es also mit einer Zündspule zu tun, die einen Selbstunterbrecher, einen Wagnerschen Hammer, auch wohl Summer oder „Trembleur" genannt, besitzt. Würde man dagegen eine Spule benutzen, die ohne Selbstunterbrecher arbeitet, solche nennt man gewöhnlich „Abreißspule", dann würde der Zündfunken erst in dem Augenblick entstehen, wo der Strom nach kurzem Schluß wieder unterbrochen, bzw. geöffnet wird. Näheres siehe Zündapparate.

In der nächsten Abbildung Figur 12 ist der Kolben bereits am Ende der Arbeitsperiode angelangt, und das Auslaßventil wird geöffnet, wir sehen zugleich, wie der Kontakt am Motor wieder unterbrochen ist, damit keine unnötige Stromvergeudung stattfindet.

Zum Schlusse sehen wir in der Figur 13, wie der Kolben wieder nach oben gegangen ist und die verbrannten Gase vor sich herschiebt, und wie diese in dem Auspufftopf expandieren. Bald darauf wird sich das Auslaßventil wieder schließen, und der Kolben wird frisches Gemisch ansaugen.

Nachdem wir uns so mit den rein mechanischen Vorgängen im Motor vertraut gemacht haben, wollen wir uns zunächst mit den hauptsächlichsten physikalischen Vorgängen befassen, damit wir kennen lernen, worauf wir besonders zu achten haben, um den Motor immer vor Zufälligkeiten zu bewahren.

9. Die Leistung des Motors.

Wenn man den Kolbendurchmesser und den Hub, sowie die Tourenzahl eines Motors kennt, kann man seine Kraftleistung annähernd bestimmen. In der Regel sind die in den Katalogen usw. angegebenen Leistungen viel zu hoch angesetzt. Namentlich bei luftgekühlten Motoren darf man als wirkliche Leistung nur etwa die Hälfte der Bezeichnung annehmen.

Bei sehr guten Motoren mit Wasserkühlung beträgt die effektive Leistung unter der Bremse im Höchstfalle pro Zylinder:
Bohrung mal Hub in cm dividiert durch 25 gleich PSe.

Beispiel: Bohrung 12 cm, Hub 13 cm:

$$\frac{12 \cdot 13}{25} = 6{,}25 \text{ PS.}$$

Ein Vierzylinder hätte also 25 PSe. Das mittlere Bremsresultat beträgt dagegen 22—23 PSe. Hierbei ist nicht ausgeschlossen, daß einmal unter ganz besonders günstigen Verhältnissen für einige Minuten eine etwas größere Leistung erreicht werden kann, doch bilden solche Ausnahmen große Seltenheiten.

Für die Berechnung der Automobilsteuer wird die Leistung des Motors nach einer Formel bestimmt, die sich wie folgt formiert:

$$L = 0{,}3\, i \cdot d^2 \cdot s.$$

Hierin ist:

i die Anzahl der Zylinder,
d der Kolbendurchmesser in cm und
s der Kolbenhub in Meter.

Demnach hätte ein Motor von 10 cm Bohrung und 13 cm Hub eine Leistung von

$0,3 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 0,13 = 3,9$ PS als Einzelzylinder und
$0,3 \cdot 4 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 0,13 = 15,6$ PS als Vierzylinder.

Diese Resultate sollen die Kraft des Motors angeben, welche durch die Räder an die Straßenoberfläche abgegeben wird.

Drei andere Formeln gibt Isendahl in Band I der Bibliothek an, welche annähernd das gleiche Resultat geben. Es sind dieses die Formeln von:

Witz . . . . . . $N = 2,8\, d^2 \cdot s \cdot n \cdot n^1$,
Ringelmann . . . $N = 3,37\, d^2 \cdot s \cdot n \cdot n^1$ und
Hospitalier . . . $N = 3,49\, d^2 \cdot s \cdot n \cdot n^1$.

Der Mittelwert beträgt 3,2 und danach wurde die Formel des K. A. C. bestimmt, welche lautet:

$$N = 3,2 \cdot d^2 \cdot n \cdot s \cdot n^1.$$

Die Anzahl der Zylinder ist mit n^1 und die Tourenzahl ist mit n bezeichnet. Läuft der Motor unter voller Belastung, dann wird selten die Tourenzahl von 1000 pro Minute überschritten.

Es gibt noch eine ganze Reihe von anderen Formeln, die aber niemals Anspruch darauf haben, die effektive Leistung eines Motors in PSe anzugeben, sondern nur als Formeln für Rennen dienen.

Man darf niemals vergessen, daß ein kleiner Automobilmotor weder den mechanischen noch den wirtschaftlichen Wirkungsgrad eines großen stationären Motors besitzt.

10. Die physikalischen Vorgänge im Benzinmotor.

Mit dem Sammelnamen „physikalische Vorgänge" möchte ich alle diejenigen Funktionen im Motor bezeichnen, die wir mit bloßem Auge nicht wahrnehmen können und die daher mitunter Störungen erfahren, die das gute Funktionieren eines Motors mehr oder weniger stark beeinflussen. Der Automobilist ist ja leider zu leicht geneigt, wenn er sich gar nicht mehr zu helfen weiß, und manchmal sogar schon früher, alle Schuld auf den Motor zu schieben, obwohl er gewöhnlich selbst der Schuldige ist, was doch meistens schon dadurch bewiesen wird, daß der Motor, als er gekauft wurde, gut funktionierte. Wird ein Motor nachlässig oder unverständig behandelt, dann macht sich dieses sofort bemerkbar, und daher gilt es, sich beizeiten mit den Eigenheiten des Betriebes bekannt zu machen, damit man seine Freude am Sport hat und nicht gegen eine kleine Unterlassungssünde, die man aus Bequemlichkeit begangen hat, eine Unmenge von Ärger und Verdruß eintauscht.

Der Benzinmotor ist mitunter ein sehr eigensinniger Geselle, mal läuft er, daß es eine Lust ist mit ihm durch die Welt zu fliegen, und dann kommen wieder Zeiten, wo er nicht will, und wo er um keinen Preis in der Welt zu bewegen ist, seine Pflicht zu tun. Solche Stunden hat wohl schon jeder Automobilist durchkostet. Man sucht und sucht und findet den Fehler nicht. Mißmutig läßt man den Motor stehen, probiert schließlich nach einer Stunde wieder, und

hastdunichtgesehen geht das Ding wieder los, als ob überhaupt nichts vorgefallen wäre. Was die Schuld war, das mögen die Götter wissen!

Man sagt, der Motor hat seine Mucken. Diese seine Mucken wollen wir nun versuchen, zu ergründen, indem wir die Bedingungen, unter welchen die inneren Vorgänge stattfinden, einer genauen Prüfung unterziehen.

Die Vergasung und die Zündung sind die beiden Schmerzenskinder des Automobilismus. Die Folgeerscheinungen, welche durch Fehler in der Vergasung oder durch solche in der Zündung hervorgerufen werden, gleichen einander meistens aufs Haar, und deshalb kommt es sehr oft vor, daß man gewöhnlich am falschen Ende anpackt, um den Fehler zu finden, und wenn man z. B. den Vergaser erst gehörig in Unordnung gebracht hat, wozu namentlich das Erweitern der feinen Spritzdüse gehört, dann findet man endlich, daß in der elektrischen Leitung irgend etwas nicht in Ordnung ist, oder umgekehrt. In den seltensten Fällen aber wird man dann die einmal geschaffene Unordnung wieder beseitigen, und man kommt schließlich zu der Überzeugung, daß der Motor nicht mehr zieht, also nichts wert ist. Zu dem Ärger darüber kommt dann noch in der Regel der Spott von lieben Verwandten und Bekannten.

Wir haben den Einfluß der guten Kompression auf den Gang des Motors kennen gelernt und wissen, daß ein Motor, dessen Kolben oder Ventile nicht mehr dicht halten, nicht mehr seine volle Kraft hergeben kann. Wir haben ferner gesehen, daß die Höhe der Kompression abhängig ist von der vollkommenen

Füllung des Zylinders und wissen, daß diese vollkommene Füllung am sichersten erreicht wird, wenn die Ansaug- und Auspuffwiderstände, die den Gasen entgegenarbeiten, möglichst gering sind.

Es kann aber vorkommen, daß der Zylinder sich aus irgend einem Grunde überhitzt. So z. B. kann viel Öl am Kolben vorbei in den Explosionsraum gelangt sein und ist dort zu einer festen Kruste, die sich auf dem Kolben und am Zylinderdeckel angesetzt hat, geworden. Dadurch wird natürlich die Wärme besser in den Wandungen gehalten, noch dazu, wenn der (luftgekühlte) Zylinder auch noch von außen tüchtig mit Öl überlaufen ist, so daß sich auch hier eine undefinierbare Kruste aus Schmiere und Straßenschmutz und so weiter festgesetzt hat. Es kann aber auch der Fall sein, daß das übermäßige Ölen (und wer schmiert wohl nicht im Anfang etwas stark?) eine mehr oder weniger starke Verstopfung der Löcher im Auspuffrohr herbeigeführt hat. Tatsache ist jedenfalls, daß der Zylinder zu heiß wird. Eine Folge davon ist aber, daß das Gasgemisch, welches von tadelloser Beschaffenheit sein kann, sich sofort in dem heißen, zur Retorte gewordenen Zylinder einfach zersetzt, oder sich durch die Hitze derart ausdehnt, daß es zum größten Teil gleich nach dem Ansaugen wieder zurückweicht und durch den Vergaser ins Freie gelangt. Die Folge davon ist, daß der Zylinder nur teilweise gefüllt ist, wobei nur an den Umstand erinnert zu werden braucht, daß die atmosphärische Luft, wenn ihre Anfangstemperatur um 273° gesteigert wird, einen doppelt so großen Raum einnimmt wie vorher. In solchen Fällen arbeitet der Motor fast ohne merkliche Kom-

pression, und er kann gar keine Kraft hergeben, wenn alles andere auch noch so schön in Ordnung ist. Solange der Motor noch kalt ist, d. h. beim Andrehen, wo das Gasgemisch mit verhältnismäßig geringer Geschwindigkeit in den Zylinder gelangt, kann die Kompression tadellos sein, und darum ist es auch erklärlich, weshalb mitunter der Motor wieder loslegt, wenn er sich abgekühlt hat.

Eine ähnliche Erscheinung tritt auch ein, wenn der Besitzer es recht gut gemeint und die Ventile mehr als nötig nachgeschliffen hat.

Dadurch kann der Abstand zwischen Ventil und seinem Stössel, d. i. das Stahlstück, welches das Ventil anhebt und dessen unteres Ende auf dem Nocken gleitet, zu klein geworden sein, so daß es weniger als Postkartenstärke Luft läßt. Solange der Motor kalt ist, schließt das Ventil gut ab, sobald aber die Hitze auf das Ventil übergeht, dehnt sie den Ventilschaft aus, und eine Folge davon ist, daß das Ventil nicht genügend schließt. Ein Teil der angesaugten Gase wandert daher unverbrannt in den Auspufftopf, und die Folgeerscheinungen sind dieselben, wie vorher bei der ungenügenden Füllung beschrieben.

Man soll überhaupt auf die richtige Zylinderfüllung sein Hauptaugenmerk richten, denn das Nachlassen der Motorenkraft ist die heimtückischste Panne.

Sehr oft werden auch ungenügende Zylinderfüllungen die Folgen sein, wenn die Federn der Saug- und Auslaßventile nicht stramm genug sind. Dadurch können entweder die Gase wieder zurücktreten, oder es kann bei hohen Tourenzahlen das Auslaßventil zu schlürfen beginnen, und es zieht dadurch bei zu-

nehmendem Widerstand im Gasrohr einen Teil der verbrannten Gase wieder aus dem Auspufftopf in den Zylinder.

Sehr oft macht man auch die Bemerkung, daß der Motor mit einer Zündkerze besser läuft als mit der anderen. Dieses ist eine auffallende Tatsache, welche verschiedene Gründe haben kann. Sind z. B. beide Kerzen eine und dieselbe Marke, dann hat die eine einen kleinen Fehler, meistens in der Isolation; handelt es sich aber um zwei verschiedene Marken, dann ist dieses ein Beweis, daß sich die Zündstelle im Motor selbst nicht an dem richtigen Platze befindet. Sehr oft haben gute Motoren zwei verschiedene Zündstellen an einem und demselben Zylinder, und es ist durchaus nicht gesagt, welche Stelle die beste ist, das muß man vielmehr ausprobieren.

So hat man ferner Zündkerzen, bei denen der Motor zu hämmern beginnt, also anzeigt, daß in seinem Innern Explosionen stattfinden. Dieses ist ein Zeichen, daß die Kerze besser ist und mit viel geringerer Benzinzugabe im Gasgemisch zufrieden ist. Handelt man hiernach, dann ist der Fehler sofort beseitigt.

Oft kommt es vor, daß ein Motor auf einer Steigung, die er sonst immer tadellos genommen hat, immer schwächer wird und schließlich seine Tätigkeit ganz einstellt. Meistens ist dann der Zylinder zu heiß geworden, das Wasser zirkuliert nicht mehr richtig, weil die Pumpe zu langsam gelaufen ist, und wir haben hier wieder die schlechte Zylinderfüllung, wie vorher beschrieben. Das Kühlwasser verwandelt sich im Zylinder sofort in Dampf, und wenn man

versucht, den Motor anzudrehen, dann ist es absolut unmöglich eine einzige Zündung zu bekommen. Da hilft dann weiter nichts, als die Kompressionshähne zu öffnen und den Zylinder abkühlen zu lassen.

Ein anderer Fall kann dagegen auf einer Steigung eintreten, wonach der Motor ebenfalls stehen bleibt. Der Schwimmerbehälter des Vergasers soll, wenn sein Mittelpunkt durch die Mitte des Vergasers, nach dem Motor hin, verlängert gedacht wird, rechtwinklig zur Kurbelwelle des Motors stehen. In diesem Falle wird das Benzin in der Düse immer auf gleicher Höhe stehen, ganz gleich, ob sich der Wagen auf ebenem Boden oder auf einer Steigung befindet. Ist dagegen der Schwimmerbehälter dem Schwungrade zugekehrt, dann bekommt der Motor auf Steigungen zu wenig und im Gefälle zu viel Benzin, während das Umgekehrte der Fall ist, wenn der Schwimmerbehälter sich dem Kühler zugekehrt befindet.

Bekommt der Motor zu wenig Benzin, dann ist das Gemisch zu arm, und wenn wirklich noch Zündungen stattfinden, dann sind diese zu schwach, und bekommt der Motor zu viel Benzin, dann werden die Verbrennungen zu langsam und werden ebenfalls kraftlos.

Es kommt vor, daß ein Motor in der Ebene läuft, was das Zeug hält und auf Steigungen immermehr sein Tempo verlangsamt. Wenn sonst alles andere in bester Ordnung ist, so ist dieses ein sicheres Zeichen, daß die Kolbenringe nicht mehr dicht halten, entweder festkleben oder überhaupt ausgearbeitet sind. Bei langsamerem Lauf des Motors geht ein Teil des Gemisches in das Kurbelgehäuse und eine Folge davon

ist natürlich die geringere Füllung und zu niedrige Kompression.

Hohe Kompression und schwaches, aber richtig zusammengesetztes Gasgemisch ist die erste Grundbedingung für das gute Funktionieren des Motors, sie kann nur erfüllt werden, wenn die Kühlung des Zylinders eine ausreichende ist, und deshalb muß dieser ganz besondere Aufmerksamkeit erwiesen werden.

Unsere modernen guten Motoren arbeiten alle mit einer sehr hohen Kompression, und diese wird mit der Zeit sogar immer besser, je mehr sich die Kolbenringe einlaufen und dadurch besser abdichten. Nun stellen sich bei solchen Motoren aber auch bald die gefürchteten Kompressionszündungen ein, die freilich nur erst dann gefährlich werden, wenn sie das eigenartige Hämmern, das sind scharfe Schläge auf den Kolben usw., hören lassen. Sie lassen sich nur durch Verminderung des Benzingehaltes im Gemisch beseitigen. Zum Unterschied zu diesen Zündungen gibt es auch sogenannte Selbstzündungen, die eintreten, wenn man die Zündung vollkommen abstellt, ohne daß man die Drossel schließt. Der Motor wird dann ruhig, mit zeitweiligen Stößen, weiter arbeiten, aber seine Tourenzahl wird niemals groß sein. Befindet sich dagegen das Gas durch die Kompression nahe an der Grenze der Kompressionszündung, dann kann durch die eingeleitete elektrische Zündung der Fall eintreten, daß Kompressionswelle und Explosionswelle zusammenfallen, und das Hämmern ist da. Dieses macht sich aber in der Regel nur bemerkbar, wenn der Motor unter Belastung läuft und tritt beim Abbremsen eines Motors dann ein, wenn bei zu hoher Belastung die

Tourenzahl nachläßt. Folgeerscheinungen sind Kolbenbrüche und Pleuelstangenbrüche, sowie ausgelaufene Lagerschalen. Letztere rufen im Motor dann das Klopfen hervor, ein dumpfes Geräusch, welches sich bei jeder Kurbelumdrehung wiederholt und äußerst gefährlich ist, weil die Pleuelstangenköpfe bei zu großer Tourenzahl abreißen können. Hierdurch kann dann der ganze Motor in Stücke gehen.

Eine besondere Beeinflussung des Gasgemisches findet auch statt, wenn der Motor zu reichlich geölt wird. Das Öl selbst verwandelt sich bei hoher Zylindertemperatur in Gas, und dieses Gas kann den Motor ganz allein in Bewegung erhalten, was ich bereits oft bemerkt habe.

Sind im Zylinder scharfe Gußkanten vorhanden, oder stehen feine Gewindegänge an irgend einer Verschraubung über, so können diese ins Glühen geraten und ebenfalls Selbstentzündungen herbeiführen, weshalb man in solchen Fällen auch die Enden der Kerzengewinde untersuchen soll.

Ein eingehendes Studium aller dieser Störungsmöglichkeiten ist dringend notwendig, denn wenn man die Fehlerquellen kennt, die man nicht sehen kann, ist es leicht, diejenigen zu überwachen, die man greifbar vor Augen hat.

11. Was man von der Elektrizität wissen muß.

Volt und Ampère sind zwei elektrische Maßeinheiten, um die sich der Automobilist, dessen Motor mit einer Magnetzündung versehen ist, scheinbar nicht zu kümmern braucht, weil man vielfach der Meinung ist, dieses geht nur die Akkumulatorenzündung an. Wenn man sich auch bei einer Magnetzündung nicht um die Anzahl der Volts zu kümmern braucht, die der Apparat spendet, so wird doch jeder, der mit den Verhältnissen zwischen Volt und Ampère weniger vertraut ist, seine Lehren aus dem Studium dieses Kapitels ziehen und sich manche Zwischenfälle leicht erklären können, die ihm sonst ein Buch mit sieben Siegeln sind.

Ein Volt ist die elektromotorische Kraft eines einfachen galvanischen Zink-Kupfer-Elementes nach Daniell, die in einer Minute so viel Elektrizität frei werden läßt, daß damit im Wasserzersetzungsapparat 1 ccm Knallgas erzeugt werden kann. Man bezeichnet mit „Volt“ die Spannung der Elektrizität oder, wenn man sich so ausdrücken darf, den Druck, mit welcher die Elektrizitätsmenge „Ampère“ einen Leitungsdraht von bestimmtem Querschnitt durchfließt.

Die Elektrizitätsmenge, welche einen Leiter durchfließen kann, ist abhängig von dem Widerstand, welcher dieser dem fließenden Strome entgegensetzt und die Einheit für die Berechnung des Widerstandes heißt das „Ohm“.

Die drei Maßeinheiten „Ampère", „Volt" und „Ohm" stehen daher in einem ganz engen Zusammenhang zueinander und zwar ist

$$1 \text{ Ampère} = \frac{1 \text{ Volt.}}{1 \text{ Ohm}}$$

Nach dieser Formel ist daher 1 Volt die elektromotorische Kraft, die in einem Leiter von 1 Ohm Widerstand die Stromstärke 1 Ampère entwickelt.

Hierin ist 1 Ohm der Widerstand, den eine Quecksilbersäule von 1,06 m Länge und 1 qmm Querschnitt dem sie durchfließenden Strome leistet.

Bei der Akkumulatorenzündung kommt gewöhnlich eine Spannung von 4—4,5 Volt zur Anwendung, während die Spule eine Stromstärke von ungefähr 1,2 Ampère, mitunter auch mehr oder weniger, je nach Beschaffenheit, verlangt. Angenommen, die Spannung des Akkumulators beträgt 4,5 Volt und durch die Spule geht eine Stromstärke von 1,2 Ampère, dann muß der Widerstand in der Stromleitung, inkl. den verschiedenen Unterbrecherstellen am Motorenkontakt und dem Handkontakt $\frac{4,5}{1,2} = 3,75$ Ohm bebetragen.

An diesem Beispiel sehen wir, daß durch die Vergrößerung des Widerstandes in der Leitung die Stromstärke herabgesetzt wird. Öl und Staub setzen sich nur zu leicht zwischen die verschiedenen Unterbrecherstellen der Kontakte und vergrößern dadurch den Widerstand ganz bedeutend. Ebenso überziehen sich die Enden der Drähte sehr oft mit Grünspan, oder zerfressen sogar derartig, daß die Pole der Batterie nur noch ganz lose durch einige Drahtfusseln

mit der Spule in Verbindung stehen. Hierdurch wird natürlich der Leitungsquerschnitt bedeutend verringert und der Widerstand erhöht.

Nun sind freilich die Grenzen bei der Stromstärke, mit welcher die Spule funktioniert, nicht so eng gezogen, und eine Spule, die normal mit 1,2 Ampère arbeitet, wird auch noch gute Zündfunken liefern, wenn nur 0,9 Ampère hindurchgehen. Nehmen wir dabei an, daß unsere Batterie frisch geladen wurde und eine Spannung von 4,5 Volt besitzt, dann kann der Widerstand sogar bis auf 5 Ohm gewachsen sein, um diese 0,9 Ampère hindurchzulassen. Sobald aber der Akkumulator erst längere Zeit arbeitet, sinkt seine Spannung auf 4 Volt, um auf dieser Höhe während längerer Zeit zu verweilen. Jetzt gehen aber nicht mehr 0,9, sondern 0,8 Ampère durch die Spule, und es machen sich schon einige Versager in der Zündung bemerkbar. Der Laie schiebt natürlich die Schuld wieder auf den Motor oder die Vergasung, denn der Akkumulator zeigt doch bei der Revision mit dem Voltmeter die gehörige Spannung. Statt zuerst alle Kontakte gut zu reinigen und die Drähte zu revidieren, wird der Vergaser usw. untersucht, und da der Akkumulator dadurch Ruhe bekommt, so kann er sich erholen. Sobald man aber einem Akkumulator etwas Zeit zum Erholen läßt, steigt seine Spannung wieder etwas, wenn er nicht etwa schon ganz ausgepumpt ist, und wenn man dann den Motor wieder andreht, geht er wieder einige Minuten sehr gut, um dann plötzlich wieder auszusetzen. Solcher Zustand kann schon das ruhigste Gemüt zur Verzweiflung bringen. Deshalb soll man immer zuerst die Zündung unter-

suchen, wenn etwas am Motor nicht in Ordnung ist, und immer daran denken, daß schon geringe Spuren von Staub und Öl, wenn sie unter oder zwischen die Kontakte geraten, den Widerstand in der Leitung derartig erhöhen können, daß die Stromstärke nicht mehr zur Betätigung der Spule ausreicht. Dasselbe ist natürlich bei Magnetapparaten der Fall, weshalb man auch hier immer auf die Reinlichkeit der Kontakte sehen muß.

Um die Stromstärke des Akkumulators messen zu können, besitzt man kleine Meßinstrumente, die speziell für die Automobilisten angefertigt werden, die bereits erwähnten Voltmeter. Ein solches ist nachstehend Figur 14 abgebildet und besteht im wesentlichen aus einer Spule mit dünnem Draht, in deren Öffnung ein feines Eisenröhrchen exzentrisch gelagert ist. Dieses ist mit einem kleinen Zeiger verbunden, der dann durch eine Unruhefeder immer auf die Nullstellung der Skala gezogen wird. Der ganze Apparat hat die Größe einer gewöhnlichen Taschenuhr. Von der Spule führen die Enden des Drahtes nach außen, und zwar in die kleine Spitze unten am Gehäuse das eine und in die Leitungsschnur das andere Ende. Die Spitze am Gehäuse ist in der Regel mit + bezeichnet und wird fest gegen die + Klemme des Akkumulators gedrückt, während man die Spitze an der Leitungsschnur gegen den —Pol drückt. Siehe Figur 14.

Die Spannung an den Klemmen des Akkumulators soll nicht unter 3,8 Volt betragen, während sie in der Regel 4—4,5 Volt beträgt. Sobald die Spannung in einem zweizelligen Akkumulator auf 3,8 Volt gesunken ist, muß er schleunigst wieder aufgeladen wer-

den, da er sonst sehr schnell unbrauchbar und wertlos wird. Siehe auch Kapitel „Der Akkumulator und seine Behandlung".

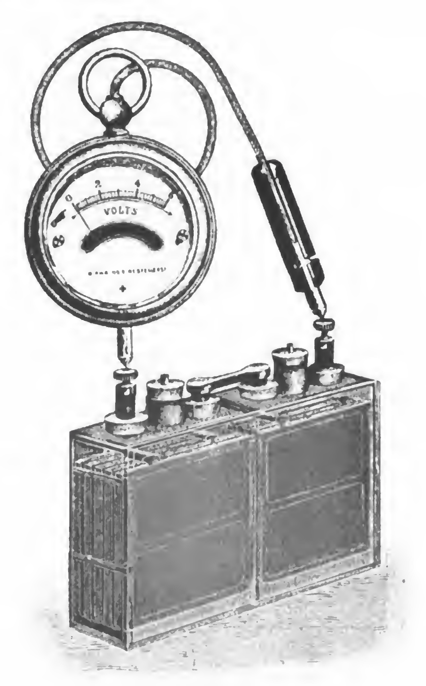


Fig. 14.

Praktischer ist es auf alle Fälle, wenn man die Spannung des Akkumulators nicht an den Klemmen, sondern an einem Kontakt am Wagen oder am Motor mißt, weil man dann gleich sieht, wieviel Volt durch die Leitung gehen. Hierbei muß man aber darauf

achten, daß der Motorkontakt geschlossen ist. Man stellt dabei den Motorunterbrecher so, daß seine beiden Pole Leitungsschluß haben, oder man stellt diesen Schluß durch das Voltmeter her, indem man eine Spitze gegen das Motorgehäuse und die andere gegen

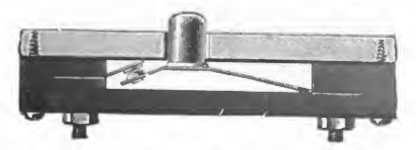


Fig. 15. Unterbrecher für Steuerrad.

die Kontaktfeder drückt. Sind alle anderen Nebenkontakte geschlossen, dann wird das Voltmeter die Spannung in der Leitung anzeigen. Will man ganz sicher kontrollieren, dann mißt man noch die Klem-



Fig. 16. Handkontakt.

menspannung am Akkumulator und kann nun erkennen, ob der Widerstand in der Leitung richtig oder zu groß ist. Zu solcher Untersuchung gehört einige Übung, die man aber sehr bald erlangt, wenn man sich mit Lust und Liebe, so wie es sein soll, mit dem Automobilismus beschäftigt.

Die Nebenkontakte, die in die Leitung eingeschaltet sind, dienen meistens dazu, um eine gewisse

Sicherung im Betriebe und gegen Diebstahl zu besitzen. Ein solcher Kontakt ist mindestens an jedem Automobil vorhanden und befindet sich in erreichbarer Nähe, damit man den Strom unterbrechen kann, wenn der Motor stillgesetzt werden soll. Ein solcher

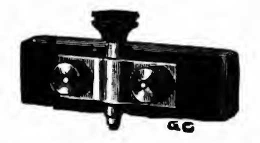


Fig. 17. Modell Dion. Steckkontakt.

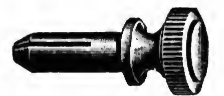


Fig. 18. Kontaktstift.

ist in der Figur 17 abgebildet. Ferner hat man denselben Kontakt im Handgriff des Motorrades, Figur 16.

Die Sicherheitskontakte gegen Diebstahl bestehen gewöhnlich aus zwei Federn, die mit der Leitung ver-



Fig. 19. Umschalter.

bunden sind. Zwischen diese wird dann ein Stift gesteckt, wenn man fahren will, Figur 17, während man den Stift, Figur 18, mitnimmt, wenn man das Fahrzeug auf der Straße unbeaufsichtigt stehen lassen muß. Es empfiehlt sich, diesen Kontakt an einer geheimen Stelle anbringen zu lassen, da die Herren Automobilspitzbuben ebenfalls über solche Stifte verfügen.

Außer diesen Kontakten befinden sich an manchen Automobilen, die mit zwei verschiedenen Zündungen versehen sind, noch Umschalter, um z. B. entweder von der einen Batterie auf die andere, oder von der Akkumulatorenzündung auf die Magnetzündung gehen zu können. Siehe Figur 19.

Alle diese Kontakte müssen von Zeit zu Zeit einer genauen Revision unterzogen werden, wobei man die Flächen, durch welche der Strom geleitet wird, sauber reinigt, damit kein unnötiger Widerstand entsteht.

---

12. Der Akkumulator und seine Behandlung.

Der Akkumulator ist ein Energiesammler, der die ihm zugeführte Elektrizität sammelt und je nach seiner Güte längere oder kürzere Zeit aufbewahrt. Man kann daher mittels eines Akkumulators aus einer feststehenden Elektrizitätsquelle ein Quantum Elektrizität entnehmen und diese Elektrizität dadurch transportfähig machen. Durch den Akkumulator sind wir also in der Lage, z. B. einen Elektromotor, unabhängig von einer leitenden Verbindung mit einer Elektrizitätszentrale, in Betrieb setzen zu können, und namentlich diesem Vorzuge verdanken wir es, daß der Akkumulator im Laufe der Jahre bedeutend verbessert wurde, da man hauptsächlich auf seine Transportfähigkeit Rücksicht nahm. Wenn sich auch die Erwartungen, die man in den Akkumulator für Traktionszwecke setzte, nicht erfüllt haben, so ist er doch für den Automobilisten in den meisten Fällen ein treuer Begleiter geworden und aus diesem Grunde gehört er zu dem Benzinmotor. Er wird zwar schon längst wieder hart bedrängt von der magnetelektrischen Zündung, aber ganz wird er das Feld wohl niemals räumen müssen.

Ein Akkumulator besteht im wesentlichen aus einem säuredichten Kasten aus Hartgummi oder Zelluloid, in dessen gut verschlosssenem Innern einige präparierte Bleiplatten untergebracht sind, die durch den elektrischen Strom, welcher in sie geleitet wird, beim Laden chemisch verändert werden.

Wenn man die beiden Pole eines galvanischen Elementes so, daß sie sich nicht berühren, in ein Gefäß mit Wasser, welches durch etwas Schwefelsäure angesäuert ist, leitet, dann sieht man an diesen Polenden feine Bläschen aufsteigen. Achtet man genau auf diese eigenartige Erscheinung, dann findet

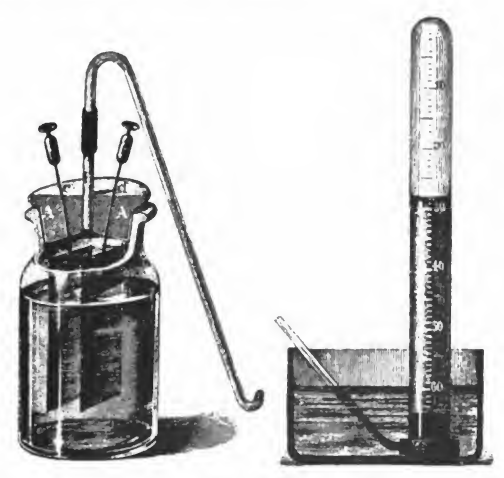


Fig. 20. Wasserzersetzungsapparat.

man, daß an dem einen Pol mehr Bläschen aufsteigen als an dem anderen. Der Strom zerlegt das Wasser in seine Bestandteile, 2 Teile Wasserstoff und 1 Teil Sauerstoff, daher die ungleiche Gasentwicklung.

Dort, wo die meisten Bläschen, also der Wasserstoff, entwickelt werden, ist der negative oder der —Pol, während der andere der positive oder der +Pol ist.

Wie schon in dem vorhergehenden Kapitel erwähnt wurde, ist 1 Volt die elektromotorische Kraft, welche imstande ist, in einer Minute 1 ccm Knallgas, also die Verbindung von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas, im Wasserzersetzungsapparat zu erzeugen. Einen solchen Apparat sehen wir in der Figur 20 abgebildet. Wir sehen hier zwei dünne Bleche aus Platin, welche in einem Gefäß mit angesäuertem Wasser stehen. Jedes Blech ist mit einem Leitungsdraht verbunden, der am anderen Ende eine Klemmschraube trägt. Diese Drähte gehen durch einen dichten Gummistöpsel, der in der Mitte noch ein gebogenes Glasrohr trägt, welches die entwickelten Gase in das Meßglas leitet. (Siehe Müller-Pouillet, Lehrbuch der Physik III.)

Der deutsche Physiker Ritter in Jena, der 1800 die wasserzersetzende Wirkung des elektrischen Stromes entdeckte, bemerkte nun an seinem Wasserzersetzungsapparat, daß derselbe, wenn er einige Zeit im Betriebe war, ebenfalls Elektrizität abgab, wenn man die Verbindung mit der Batterie löste. Der Apparat war zu einem Akkumulator geworden, der den Strom teilweise wieder in derselben Richtung zurück gab, wie er ihn empfangen hatte. Ritter arbeitete in dieser Richtung weiter und hatte bereits 1803 die erste Akkumulatorenbatterie, wenn auch nur als Laboratoriumsversuch, hergestellt bzw. erfunden. Dieses soll hier nur beiläufig bemerkt werden, weil man noch sehr oft die Meinung hört, der Akkumulator sei eine französische Erfindung.

Tatsache ist, daß der Franzose Gaston Planté anfangs der 70er Jahre des vorigen Jahrhunderts die

Idee mit dem Akkumulator wieder aufnahm und statt des teuren Platinbleches zum Bleiblech griff.

Bei der Verwendung von Blei wird die Oberfläche des Stückes, welches mit dem positiven Pol in Verbindung steht, durch die Entwicklung von Sauerstoff, an seiner Oberfläche oxydiert, und es bildet sich darauf eine feine Schicht von Bleisuperoxyd. Auf der anderen Platte, die mit dem negativen Pol verbunden ist, entwickelt sich das Wasserstoffgas, das nun zum Teil diese Platte bedeckt. Löst man dann die Verbindung mit der Elektrizitätsquelle, so entsteht durch die chemische Veränderung der Oberflächen der Bleiplatten ein Strom, welcher dieselbe Richtung besitzt, wie der vorher hineingesandte. Diesen Strom nennt man daher auch den sekundären Strom und den Akkumulator das Sekundärelement.

Sobald der Strom, z. B. durch eine Zündspule, abgenommen wird, veranlaßt er eine Reduktion des Bleisuperoxydes an der positiven Platte zu Blei und eine Oxydation der negativen Platte. Ladet man nun den Akkumulator wieder, dann bewirkt der hineingesandte Strom wieder eine Oxydation des Bleies an der positiven Platte und bildet das Bleisuperoxyd. An der negativen Platte verwandelt sich das Bleioxyd, welches sich bei der Entladung gebildet hat, wieder in metallisches Blei. So abwechselnd vollzieht sich der ganze Vorgang beim Laden und Entladen, wodurch die reinen Bleiplatten immer mehr aufgelockert, also gewissermaßen zerfressen werden. Durch diese Auflockerung wird die wirksame Aufnahmefläche natürlich größer, da sie schwammig wird, und man sah sich daher gezwungen, die reinen Bleiplatten erst

durch das viele Laden und Entladen zu bearbeiten, um die Elektrizität in größeren Mengen zu binden und länger festhalten zu können. In der Praxis nennt man diese Bearbeitung das „Formieren".

Ein Schüler Plantès, der Ingenieur Faure, kam aber alsbald auf die gute Idee, der Chemie etwas mehr entgegen zu kommen und eine künstliche Formation vorzunehmen, indem er die Platten mit einer Mischung von Mennige und Stärke, mit Schwefelsäure angerührt, bestrich. Nun bildete sich bereits bei der ersten Ladung eine größere Menge von Bleisuperoxyd auf der positiven und eine schwammige Masse von fein zerteiltem Blei auf der negativen Platte. Da jedoch diese Masse bald abfiel und den Transport überhaupt nicht vertrug, so kam man im Laufe der Zeit darauf, statt der ursprünglichen Bleiplatte ein Bleigitter zu nehmen, Figur 21. Für die Fabrikation solcher Bleigitter hat man dann ganz besondere Gießmaschinen angefertigt und die Gitter selbst in den verschlungensten Formen hergestellt, damit die Masse sich recht gut hält. So sind denn die Gitter bis heute geblieben, nachdem sich alle Versuche, das Blei zu ersetzen, als zu kostspielig erwiesen haben. Neuerdings verwendet Edison, ebenso wie Junkers, anderes Metall, doch scheint die Sache noch nicht ganz spruchreif zu sein, obgleich schon einige Akkumulatorenwagen dieser Art Probe laufen.

Auch in der Masse, mit der die Gitter heute bestrichen werden, ist manche Veränderung vorgekommen. So nimmt man z. B. jetzt meistens für die positive Platte eine Mischung von gleichen Teilen Mennige und Bleiglätte. Dazu kommen dann ge-

wöhnlich noch einige Zutaten, die Fabrikgeheimnis sind und den Zweck haben, die Masse vor dem Abbröckeln von den Platten zu bewahren.

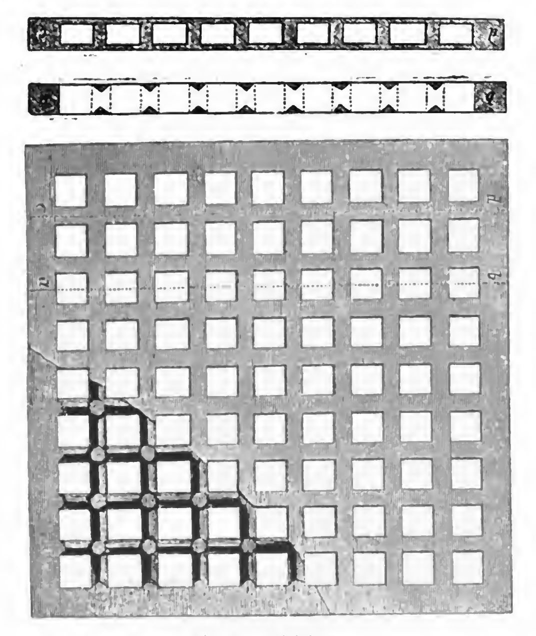


Fig. 21. Bleigitter.

Dieses Abbröckeln der Masse kommt noch heute bei den besten Akkumulatoren vor. Durch das viele Laden und Entladen tritt eine Lockerung in der Masse ein, die noch durch die große Beanspruchung beim Entladen und durch die vielen Erschütterungen, denen der Akkumulator ausgesetzt ist, beschleunigt wird. Deshalb macht man heute gewöhnlich die

Kästen der Akkumulatoren durchsichtig und setzt die Platten so ein, daß sie nicht bis an den Boden reichen. Der Bodensatz darf die Platten nicht berühren, da er sonst Kurzschluß im Innern herbeiführt, wodurch der Akkumulator sich in ganz kurzer Zeit selbst entladet. Diese Tatsache gibt uns bereits einen Fingerzeig wie wir den Akkumulator behandeln müssen. Wir müssen ihn in erster Linie so aufhängen oder verpacken, daß er keinen harten Stößen ausgesetzt ist.

Die einzelnen Platten sind im Kasten gewöhnlich durch Glasröhren oder dünne Hartgummistäbe voneinander getrennt, denn es kommt vor, daß sie sich beim Laden oder Entladen verziehen und krumm und bucklig werden, d. h. wenn sie überanstrengt werden. Man soll deshalb das Laden und Entladen niemals stärker vornehmen, als es zulässig ist. Langsam laden und langsam entladen ist immer am besten.

Gewöhnlich besteht ein Zündakkumulator aus zwei einzelnen Kästen, die nebeneinander stehen und durch Kitt miteinander verbunden sind. Jeder dieser Kasten enthält in der Regel fünf Platten, von denen 2 grau aussehen und zum negativen Pol führen, während 3 braun sind und zum positiven Pol verbunden sind. Kleine Akkumulatoren enthalten mitunter auch nur drei Platten in einem Kasten, doch sollte man solche nicht für die Zwecke der Zündung benutzen, weil sie zu schnell aufgebraucht werden.

Einen solchen Kasten, der aus zwei einzelnen zusammengesetzt ist, sehen wir in der Figur 22 abgebildet, und wir haben den Akkumulator vor uns, wie er meistens bei Motorwagen zur Anwendung kommt. Man nennt einen solchen Akkumulator einen zwei-

zelligen, und seine höchste Spannung beträgt bis cirka 4,6 Volt, also sind in jeder Zelle 2,3 Volt enthalten.

An den beiden Enden des Kastens befinden sich die Polklemmen, wovon die eine mit + und die andere mit — bezeichnet ist.

Nimmt man einen frischgeladenen Akkumulator in Betrieb, dann sinkt die Anfangsspannung sehr bald



Fig. 22. Zweizelliger Akkumulator.

auf 4 Volt, um auf dieser Höhe längere Zeit zu verharren. Sobald aber die Energie nahezu erschöpft ist, sinkt diese Spannung rapide, und es ist im Interesse der Haltbarkeit des Akkumulators nicht ratsam, die Entladung unter 3,8 Volt vorzunehmen. Arbeitet man noch länger mit dem Akkumulator, dann verdirbt er vollständig, und seine Platten bekommen einen weißen Überzug (Sulfatschicht), der nur sehr schwer wieder zu entfernen ist.

Die Akkumulatorensäure ist zu schwach geworden. Man darf in solchen Fällen keine neue Säure auffüllen, sondern muß destilliertes Wasser nachfüllen und mit ganz schwachem Strom langsam aufladen, bis die Sulfatschicht wieder verschwindet, was recht zeitraubend ist und nicht immer gelingt.

Die Säure, mit der der Akkumulator gefüllt ist, ist verdünnte Schwefelsäure (technisch rein). Sie ist in den Geschäften, welche das Aufladen besorgen, zu haben und wird unter der Bezeichnung „Akkumulatorensäure“ geführt. Wenn man seinen Akkumulator zum Laden gibt, braucht man sich nicht um die Säurefüllung zu bekümmern, da dieses schon der Geschäftsinhaber besorgt.

Hat man dagegen eine Ladestelle nicht in der Nähe, oder will man aus einem anderen Grunde das Laden des Akkumulators selbst besorgen, dann fertigt man sich die Säure an, indem man 5 Teile destilliertes Wasser (Brunnenwasser oder Regenwasser ist nicht zu benutzen!) abmißt und dazu 1 Teil technisch reine oder besser noch chemisch reine Schwefelsäure gießt. Unter keinen Umständen darf man das Wasser in die Säure gießen, weil dadurch sofort so viel Hitze entwickelt wird, daß das Gemisch in heftiges Sieden kommt, und eventuell ein Teil der Säure in die Augen oder aufs Zeug spritzt.

Man rührt am besten die Säure in einem irdenen Topfe an, indem man unter stetem Umrühren die Säure langsam ins Wasser gießt. Schwelsäureflecke färben dunkle Kleidungsstücke rotbraun, doch lassen sich diese Flecke sofort wieder entfernen, wenn man gleich etwas Salmiakgeist darauf träufelt.

Hat man die Säure zusammengegossen, dann ist sie ziemlich warm geworden, und man darf sie nicht eher in den Akkumulator füllen, bis sie erkaltet ist.

Es kann vorkommen, daß ein Kasten aus Zelluloid undicht geworden ist. Eine Reparatur nimmt man vor, indem man die undichte Stelle mit einem in Essigäther (Aceton) getauchten Hölzchen bestreicht und dann den Riß fest zusammendrückt. Größere Stellen verklebt man mit einem Stück Zelluloid, indem man die Stelle am Kasten und das „Pflaster" gehörig mit Essigäther einreibt und dann beides gegeneinander drückt. Ein Stückchen eines Haarkammes genügt in der Regel schon, um einen Schaden zu reparieren. Selbstverständlich muß die Stelle, die man „zulöten" will, sauber gereinigt werden.

Es ist ratsam, mit dem Essigäther vorsichtig umzugehen, denn das Zelluloid wird sofort butterweich, wenn es damit in Berührung kommt und man kann leicht das kleine Loch noch größer machen.

Die Säure soll etwa 1 cm über den oberen Rand der Platten stehen, diese aber mindestens ganz bedecken.

Ebenso wie man durch vollkommenes Entladen den Akkumulator verderben kann, kann man ihn unbrauchbar machen, wenn man beim Laden die Pole verwechselt. Immer muß der —Pol mit dem —Pol der Elektrizitätsquelle verbunden werden, und für das Laden darf nur Gleichstrom, also solcher, der in einer Richtung fließt, benutzt werden. In den meisten Fällen wird man das Laden durch Maschinenstrom vornehmen, indem man die Pole desselben vorher feststellt. Wechselstrom kann man zum Laden

nicht benutzen und brauchbare Vorrichtungen, durch welche man Wechselstrom in Gleichstrom umwandeln kann, sind für den Privatmann zu kostspielig. Es bleibt daher in solchen Fällen, wo Gleichstrom nicht zur Verfügung steht, nichts weiter übrig, als den Akkumulator außerhalb laden zu lassen, oder Elemente dazu zu benutzen. Bleiben wir hier zunächst beim Laden durch Maschinen mit Gleichstrom.

Das beste ist, man schafft sich einen kleinen Ladeapparat an, wie er in der Figur 23 abgebildet ist. Dieser wird an der Wand befestigt und mit der Starkstromleitung in Verbindung gebracht. Wie aus der Abbildung hervorgeht, sind in den Stromkreis zwei Glühlampen geschaltet, deren Widerstand so bemessen ist, daß etwa 1 Ampère durch die Leitung geht. Mehr wie 1 Ampère wird man zum Laden nicht nötig haben, doch kann man unter Umständen mit einer Stromstärke laden, die bis $^1/_{10}$ der Kapazität des Akkumulators beträgt, d. h., wenn der Akkumulator eine Kapazität von 25 Ampèrestunden besitzt, kann man mit 2,5 Ampère laden, doch ist unter allen Umständen die langsame Ladung vorzuziehen.

Wir wissen, daß 1 Ampère gleich 1 Volt durch 1 Ohm ist und sind nach diesem Gesetz in der Lage, aus einer Leitung, die einen noch so kräftigen Strom führt, einen schwachen Strom, wie wir ihn zum Laden gebrauchen, zu entnehmen. Wir müssen freilich wissen, wie hoch die Spannung ist, mit welcher der Strom die Leitung durchfließt. Gewöhnlich beträgt die Spannung in kleinen Städten 110 Volt, während sie in großen Städten 220 Volt und mehr beträgt. Man schraubt indessen aus einer vorhandenen Licht-

leitung eine Glühlampe heraus und wird zwei Zahlen finden, die am Sockel verzeichnet sind. Die größte Zahl ist die Spannung und die kleinste gibt die Anzahl der Kerzenstärken an. Findet man z. B. die Zahlen 110 und 16, dann heißt dieses, die Spannung in der Leitung beträgt 110 Volt und die Lampe hat 16 Kerzen Leuchtkraft. Eine solche Lampe hat einen



Fig. 23. Ladeapparat.

Widerstand von zirka 220 Ohm, und es gehen daher bei 110 Volt Spannung 0,5 Ampère hindurch. Da wir aber für unsere Zwecke 1 Ampère benötigen, so müssen wir zwei solcher Lampen parallel in den Stromkreis schalten. Zu diesem Zwecke verbinden wir die beiden Sockel der Lampen so, wie dieses schematisch in der Figur 24 dargestellt ist. Jetzt beträgt der Widerstand in unserer Leitung 110 Ohm und die Stromstärke ist daher 1 Ampère.

Dasselbe erreichen wir, wenn wir eine Lampe nehmen, die statt 16 Kerzen bei 110 Volt 32 Kerzen liefert, da diese Lampe 1 Ampère benötigt, Figur 25. Haben wir dagegen eine Leitung zur Verfügung, in der die Stromspannung 220 Volt beträgt, dann müssen wir 4 Stück 16kerzige oder 2 Stück 32kerzige Lampen nehmen, die wir vorschalten. In alten und ganz kleinen Betrieben gibt es heute noch Dynamomaschinen, die mit einer Spannung von nur 65 Volt arbeiten. In solchen Fällen braucht man nur eine 16kerzige Lampe vorzuschalten.

Wer viel auf Reisen ist und das Laden im Hôtel vornehmen will, der findet auch für solche Zwecke recht praktische Vorrichtungen. Man hat für solche Zwecke recht handliche Apparate, die in den Handlungen von Bedarfsartikeln für die Automobilbranche preiswert zu haben sind. Diese Apparate sind sehr kompensiös konstruiert, siehe Figur 26. Bevor man mit dem Laden beginnt, muß die Richtung des Stromes festgestellt werden, damit man den Akkumulator nicht falsch anschließt. Man schraubt deshalb in die Klemmen die beiden Poldrähte und nimmt ein Stückchen Polreagenspapier, welches in jedem Installationsgeschäfte käuflich ist, befeuchtet es und hält die beiden Drahtenden in einer Entfernung von zirka 5 mm gegen das feuchte Papier. Dort, wo der —Pol ist, wird auf dem Papier ein kleiner roter Fleck erscheinen. Diesen Draht verbinden wir mit dem —Pol des Akkumulators und den anderen Draht mit dem +Pol. Die beiden Stöpsel, welche den Akkumulator verschließen, nehmen wir ab, und wenn der Strom richtig zirkuliert, dann wird

die Lampe hell brennen. Ebenso verfahren wir natürlich, wenn wir keinen Lade-Apparat zur Verfügung haben, mit der Aufsuchung der Pole.

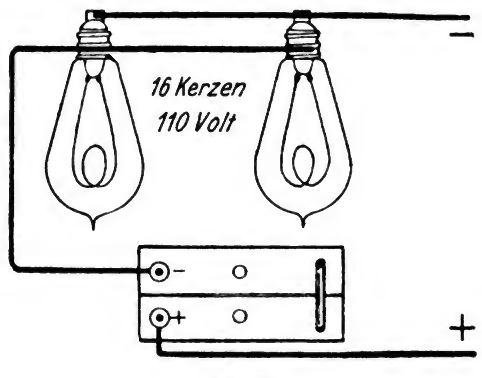


Fig. 24.

Ein solcher kleiner Apparat, in der Größe einer Taschenuhr, den man bequem bei sich führen

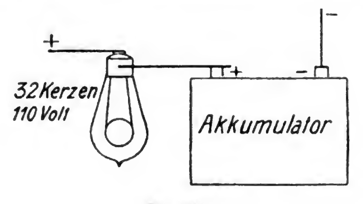


Fig. 25.

kann, ist in der Figur 26 abgebildet. Hier ist gleich ein kleiner Stromrichtungszeiger zwischengeschaltet, der genau angibt, in welcher Richtung der Strom an die Polklemmen kommt. Die An-

wendung des Apparats geht aus der Figur ohne weiteres hervor.

Damit man beim Hantieren mit den nackten Drähten keinen Kurzschluß hervorruft und auch vor elektrischen Schlägen geschützt ist, ist es ratsam,

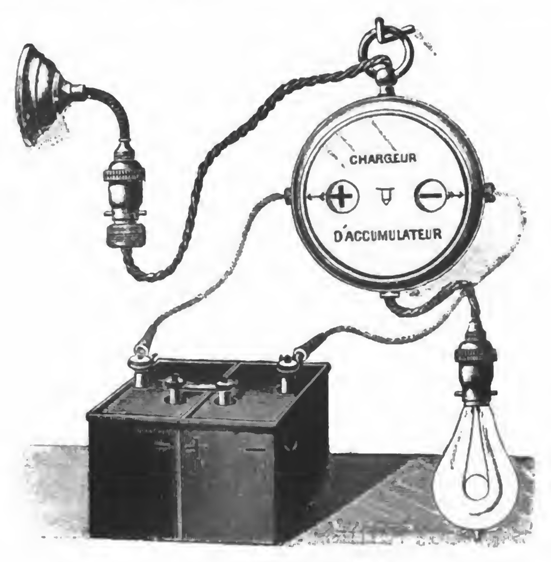


Fig. 26. Stromrichtungszeiger.

erst die Drähte richtig mit den Polen des Akkumulators zu verbinden und dann die Glühlampe in die Fassung zu schrauben.

Das Laden dauert, je nachdem wie der Akkumulator entladen ist, 10 bis 20 Stunden und ist beendet, wenn sich eine lebhafte Gasentwicklung bemerkbar macht. Dieses ist ein Zeichen, daß keine Elektrizität

mehr in die Platten geht, sondern daß diese nur noch das Wasser zersetzt.

Man schraubt die Glühlampe aus der Fassung oder schaltet die Hahnfassung der Leitung aus und nimmt dann die Drähte von den Klemmen des Akkumulators.

Hat man dagegen keine Starkstromleitung zur Verfügung, dann muß man das Laden durch Elemente vornehmen. Hierzu bedient man sich entweder der

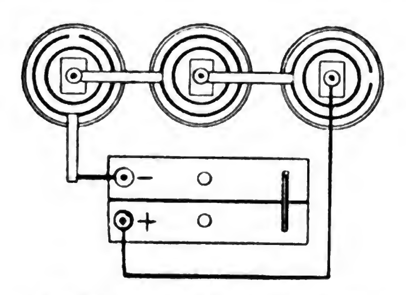


Fig. 27. Laden mit Bunsen-Elementen.

bekannten Bunsenelemente oder der besonders für diesen Zweck konstruierten Kupron-Elemente. Die Elemente werden hintereinander geschaltet, indem man den Zinkpol des einen mit dem Kohlepol des anderen Elementes verbindet, wie dieses durch die Figur 27 zur Darstellung gebracht wird. Zum Laden eines Akkumulators von zwei Zellen, also von 4,5 Volt Spannung, gehören 3 Bunsenelemente, deren jedes eine Anfangsspannung von 1,9 Volt besitzt.

Den Zinkzylinder des Bunsenelementes soll man immer gut amalgamieren, verquicken, so lautet der

Fachausdruck, indem man ihn gehörig mit verdünnter Schwefelsäure abreibt und dabei einige Tropfen Quecksilber aufgießt. Mit einer Bürste wird dann das Quecksilber in das Zink gerieben, bis dieses blank ist. Man achte darauf, daß die Klemmen und die Verbindungen an den Elementen gut gereinigt sind und fest angezogen sitzen. Innerhalb des Zinkzylinders befindet sich ein poröser Tonzylinder, in welchem eine prismatische Kohle steckt. Der Tonzylinder wird mit rauchender Salpetersäure gefällt, während das Zink in verdünnter Schwefelsäure 1 zu 10 Teile Wasser steckt. Mit rauchender Salpetersäure kann man in der Wohnung nicht hantieren, weshalb eine andere Füllung vorzuziehen ist, die dieselben Dienste tut und dabei den Vorzug besitzt, geruchlos zu sein. Diese Säurefüllung kann man sich auf Vorrat halten. Sie wird wie folgt hergestellt.

In einen irdenen Topf schüttet man 1 kg doppeltchromsaures Kali (Kaliumbichromat) und gießt darauf unter stetem Umrühren 5 Liter kochendes Wasser. Man rührt so lange, bis das Kali gelöst ist und läßt das Ganze erkalten. Man hüte sich, von dieser Flüssigkeit etwas in offene Wunden zu bekommen! Nachdem sie erkaltet ist, gießt man im feinen Strahl und unter stetem Rühren vorsichtig $^1/_2$ kg englische Schwefelsäure dazu und erhält so eine Chromsäure, die haltbar ist, und die man daher auf Flaschen füllt, wenn sie erkaltet ist. Der Tonzylinder ist für dieses Element nicht mehr nötig, doch muß man dafür sorgen, daß die Kohle das Zink nicht berührt. Am besten schraubt man alle drei Kohlen an ein kleines Brett, damit der Abstand vom Zink eingehalten wird.

Den Anfangsdraht der Batterie, der von der Kohle kommt, verbindet man mit dem +Pol des Akkumulators und den Enddraht, der vom Zink kommt, mit dem —Pol.

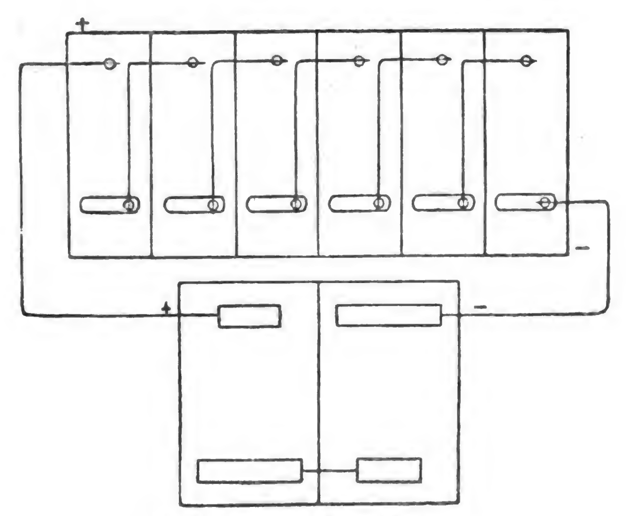


Fig. 28. Laden mit Kupron-Elementen.

Die Stromstärke einer solchen Batterie beträgt ungefähr 2,5 Ampère, ist also nicht weiter gefährlich für den Akkumulator.

Für das Laden mit Kupron-Elementen (Figur 28) werden seitens des Lieferanten besondere Ladevorschriften geliefert.

Die Spannung der Batterie muß immer höher sein als die des Akkumulators, weil man sich in dem Augenblick, wo die leitende Verbindung zwischen Batterie

und Akkumulator hergestellt wurde, beide als kommunizierende Gefäße vorzustellen hat. In der Batterie fällt die Spannung und im Akkumulator steigt sie. Beträgt die Spannung aber in der Batterie weniger als 4,5 Volt, dann kann sie im Akkumulator auch nicht diese Höhe überschreiten.

---

13. Trockenelemente und Trockenbatterien.

Trockenelemente sind eigentlich weiter nichts als gewöhnliche galvanische Elemente, wie man sie z. B. für die elektrischen Klingelanlagen benutzt. Letztere Elemente bestehen in der Regel aus einem Glasgefäß, welches mit einer konzentrierten Lösung von Salmiaksalz (Chlorammonium) gefüllt ist, daher auch die Bezeichnung „nasses Element“ im Gegensatz zu „Trockenelement“.

In diesem Gefäß befindet sich dann eine Kohle, die aus Retortenkohle, Graphit und Braunstein besteht und die entweder hart gepreßt oder in einer Tonzelle enthalten ist. Isoliert von dieser Kohle ist ein Zinkstab befestigt, der meistens durch ein Gummiband gehalten wird. Dieses sind die bekannten Leclanché-Elemente.

Die Bezeichnung „Trockenelement“ ist eigentlich strenggenommen widersinnig, denn zur Erzeugung des galvanischen Stromes braucht man die Feuchtigkeit, und diese Feuchtigkeit ist auch in den Trockenelementen enthalten.

Trockenelemente, die für Zündungszwecke benutzt werden, sind gewöhnlich so konstruiert, daß das Zink des —Poles gleichzeitig das Gefäß bildet. Es ist ein runder oder vierkantiger Becher, der vollkommen dicht verlötet ist und der an seiner Außenseite mit Papier beklebt ist. Schlagen wir ein solches Element auseinander, dann fallen uns zunächst Sägespäne ent-

gegen, und wir bemerken, daß mitten im Zinkgefäß ein Bündel steckt, das mit Leinen umwickelt und fest verschnürt ist. Mitten in diesem Bündel steckt eine Kohle, wie man sie für Bogenlampen benutzt, und das Ende dieser kleinen Kohle ist mit einer Klemmschraube versehen oder trägt einen Anschlußdraht. Ein ebensolcher Draht, gewöhnlich aus Blei, befindet sich fest am Zink.

Wenn wir das Bündel aufwickeln, bemerken wir einige kleine Kohlenteile, vermischt mit Braunstein und Graphit, oder auch nur letztere beiden Bestandteile, die fest um den Kohlenstift gepreßt sind. Unten am Boden finden wir in dem Zinkbecher noch etwa 2 cm hoch Sägespäne und erkennen, daß der ganze Hohlraum zwischen Kohlenbündel und Zink mit einem Gemisch von Sägespänen und Spreu ausgestopft ist, derart, daß diese Schicht das Bündel ringsherum gleichmäßig vom Zink entfernt hält.

Die Zusammenstellung eines solchen Elementes erfolgt nun in folgender Weise:

Zunächst schüttet man in den Zinkbecher etwas Sägespäne, die mit einem Gemisch von Salmiak und Chlorzink, dem etwas Wasser zugefügt ist, getränkt sind. Das Kohlenbündel wird in den Fabriken in einer Form hergestellt, die in der Mitte teilbar ist. In diese Form kommt zuerst der Kohlenstift, dessen Anschlußklemme unten vorragt, und um diesen Stift wird dann eine Masse gepreßt, die aus einem Teil Braunstein und drei Teilen geschlämmten Graphit besteht. Um eine recht innige Verbindung dieser Masse zu erhalten, wird sie vorher mit etwas Salmiakwasser angerieben.

Sobald das Kohlenstück vollständig mit dieser Füllung umpreßt ist, wird die Form geöffnet, und damit die Geschichte nicht wieder auseinanderfällt, wickelt man etwas Mullbinde darum und schnürt mit einem Bindfaden fest.

Dieses Bündel kommt dann in die Mitte des Zinkgefäßes zu stehen und wird in dieser Lage fixiert durch etwas Sägespäne, die man ringsherum zwischenstopft. Steht das Bündel fest, dann gießt man den Zwischenraum mit einer Mischung von gleichen Teilen Chlorzink und Salmiaksalz, die mit etwas heißem Wasser zu einem sirupdicken Brei angerührt wurde, aus und füllt dann wieder Sägespäne nach, derart, daß der Zwischenraum gut und fest ausgefüllt ist. Hierbei läßt man oben am Rand des Gefäßes noch einen Raum von zirka 1 cm Höhe, der nachher mit einer Mischung von Kolophonium und Pech ausgegossen wird. Bevor man den Verguß vornimmt, läßt man das Element noch etwas stehen und gießt von Zeit zu Zeit noch etwas von der Erregungsflüssigkeit auf die Sägespäne, damit sich diese gehörig vollziehen. Damit die Luft Zutritt zu dem Innern des Elementes hat und damit etwaige Gase, die sich im Betriebe bilden, entweichen können, wird in die Sägespäne noch ein Stückchen Bleirohr gesteckt, das später mit seinem Ende über die Vergußmasse hervorragen muß, und nun kann die heiße Masse, die man aus zwei Teilen Pech und einem Teil Kolophonium zusammenschmilzt, aufgegossen werden.

Durch die Beschreibung der Herstellung solcher Elemente ist man in die Lage gesetzt, eventuell, wenn man Geschick dazu besitzt, sich eine solche Trocken-

batterie selbst herstellen zu können. Diese wird ja nicht so gut ausfallen, wie die von der Fabrik bezogenen Batterien, aber man kann sich unter Umständen ganz gut damit helfen.

Vier solcher Elemente bilden eine Batterie, wie sie für die Zwecke unserer Zündung benutzt wird, und die Spannung beträgt zirka 5—6 Volt, im Anfang sogar noch mehr.

Für Zündbatterien benutzt man der besseren Packung wegen besser vierkantige Gefäße. Diese werden außen, dort wo sie sich später berühren, tüchtig mit Asphaltlack bestrichen und auf diesen Lack drückt man dann ein Stück Pappe, das entsprechend zugeschnitten wurde, damit sich die einzelnen Zinkgefäße nicht direkt berühren. Bei der Zusammenstellung muß man den Zinkpol des ersten Elementes mit dem Kohlenpol des zweiten und den Zinkpol des zweiten mit dem Kohlenpol des dritten Elementes usw. verbinden, so daß am Anfang am ersten Element ein Kohlenpol und am letzten ein Zinkpol übrig bleibt.

Gute Trockenelemente halten mindestens eben so lange vor als 4—5 Akkumulatorenladungen, eine genaue Anzahl der Wagenkilometer kann man hierbei nicht angeben, weil es ganz einleuchtend ist, daß ein zweizylindriger Motor doppelt so viel Elektrizität verbraucht als ein einzylindriger usw.

Immerhin sind Trockenelemente sehr sauber im Betriebe und werden durch Erschütterungen nicht beeinflußt. Wo man also auf eine Zündung durch galvanischen Strom angewiesen ist, soll man die Benutzung von solchen Elementen ja in Erwägung ziehen, wenn man keinen Akkumulator benutzen kann.

Der Strom, der durch einen Akkumulator erzeugt wird, ist bedeutend kräftiger als der Elementenstrom, weil die Spannung eines Akkumulators länger konstant bleibt.

Wenn man die Absicht hat, ausgebrauchte Trockenelemente wieder zu reparieren, dann muß man unbedingt die Sägemehlfüllung und die Kohlenpackung erneuern, doch findet man meistens, daß auch das Zink zerfressen ist. Immerhin braucht man solche Batterien nicht fortzuwerfen, denn sie enthalten immer noch genügend Elektrizität, um für Klingelleitungen benutzt werden zu können.

Man vermeide ebenso wie beim Akkumulator jede unnötige Kratzerei mit Leitungsdrähten usw. an den Polen, da durch Kurzschluß jede Batterie schnell verdorben wird.

14. Die elektrischen Zündapparate und ihre Konstruktion.

Die Vorteile, welche durch die Verstellungsmöglichkeit der Zündung erreicht werden, sind bereits vorher beschrieben worden. Eine solche Verstellung kann jedoch nur durch die Benutzung der Elektrizität erreicht werden, und da heute ein Automobilmotor ohne Zündverstellung kaum noch denkbar ist, finden wir alle diese Motoren mit der elektrischen Zündung ausgerüstet.

In diesem Kapitel werden wir uns mit den Apparaten beschäftigen, die wir nötig haben, um mit der Akkumulatorenzündung arbeiten zu können. Hierzu gehört auch die Zündung durch Trockenelemente.

Für die Zündung brauchen wir einen Funken, der im Motorenzylinder an der Zündkerze eine kurze Luftstrecke überspringt. Der niedrig gespannte Strom, wie er von einem Akkumulator oder von einer Trockenbatterie geliefert wird, läßt sich nicht bewegen, auch nur Bruchteile eines Millimeters in freier Luft zu überspringen, und 500 hintereinander geschaltete Elemente würden mindestens nötig sein, um einen kleinen Funken zu erzeugen, der eine Strecke von 1 mm überspringt. Man ist daher gezwungen, den niedrig gespannten Strom umzuformen, auf höhere Spannung zu transformieren, und dieses geschieht durch den Apparat, den wir gewöhnlich als Spule bezeichnen.

Wir wissen, daß es leicht ist, den hochgespannten Strom zu veranlassen, in einer luftleeren Röhre eine

lange Strecke zu überspringen, und kennen die eigenartigen Lichterscheinungen, die dabei in der Geislerschen Röhre hervorgebracht werden. Eine solche Induktionsspule, wie sie für die Betätigung der Geislerschen Röhren gebraucht wird, müssen wir für unsere elektrische Zündung benutzen, nur mit dem Unterschiede, daß unsere Spule sehr stark und für den Zweck konstruiert sein muß.

Obgleich die Strecke, die der Funken an der Zündkerze überspringen muß, nur zirka $^3/_4$ mm beträgt, brauchen wir doch eine Spule, die einen Funken von zirka 10—15 mm Länge liefert, denn die Kompression setzt dem überspringenden Funken einen sehr großen Widerstand entgegen und drückt ihn gewissermaßen in den Draht zurück.

Wenn man zwei Drähte nebeneinander auf eine Rolle wickelt und durch den einen Draht einen Strom leitet, dann wird in dem Augenblick, wo man den Stromkreis schließt oder unterbricht, in dem anderen Draht, der in gar keiner leitenden Verbindung mit dem ersten Draht steht, ein Strom erzeugt, den man den Induktionsstrom nennt, weil er durch Induktion erzeugt wird. Macht man einen solchen Versuch, dann wird man die Wahrnehmung machen, daß der Strom, welcher beim Schließen des Stromkreises erzeugt wird, schwächer ist, als der, welcher beim Öffnen des Stromkreises entsteht, und wir haben deshalb einen Öffnungsfunken und einen Schließungsfunken zu unterscheiden. Dieses Öffnen und Schließen des Stromkreises besorgte man anfangs, als man mit der Elektrizität erst zu experimentieren begann, von Hand, indem ein Zahnrad gedreht wurde, das mit dem

einen Ende des Spulendrahtes in Verbindung stand, während der eine Pol des Elementes mit einer Feder Verbindung hatte, die gegen die Zähne des Zahnrades gedrückt wurde, Figur 29. Der Strom konnte also nur durch die Spule fließen, wenn ein Zahn auf die Feder traf. Sehr bald bemerkte man, daß man die Wirkung des Stromes bedeutend verstärken konnte, wenn man in die Spule einen Kern aus weichem Eisen brachte und daß hier wieder die größte Wirkung mit einem Bündel aus weichen Eisendrähten, die durch Lackierung voneinander isoliert sind, erzielt wurde. Man wußte damals bereits durch die Versuche von Oersted, daß ein Eisenstab magnetisch wird, wenn er vom elektrischen Strom umflossen wird, und so kamen gleichzeitig Wagner und Neef auf den Gedanken, die Öffnung und Schließung des Stromes nicht mehr von Hand durch das gezahnte Rad, sondern durch den Elektro-Magnetismus selbst vorzunehmen, indem sie die vorhin erwähnte Feder mit einem kleinen Eisenhammer versahen, der durch den Magnetismus angezogen wird und der dadurch die Feder in Bewegung setzt, Figur 30. Damit nun die Feder nicht am Eisenkern der Spule kleben bleibt, was doch der Fall ist, wenn der Strom nicht unterbrochen wird, wurde die Feder mit einem Blättchen aus Platinblech versehen und diesem Plättchen eine Stellschraube gegenüber angebracht, deren Spitze ebenfalls mit Platin versehen ist. Durch Spitze und Feder wird dann der Strom in den Spulendraht geleitet. Der Erfolg ist der, daß in demselben Augenblick, wo der Strom durch Schraubenspitze und Feder durch den Draht geleitet wird, der Eisenkern in der Spule magnetisch wird und den Hammer anzieht. Da-

durch kommt natürlich der Kontakt zwischen Feder und Schraube auseinander, und der Strom wird unter-

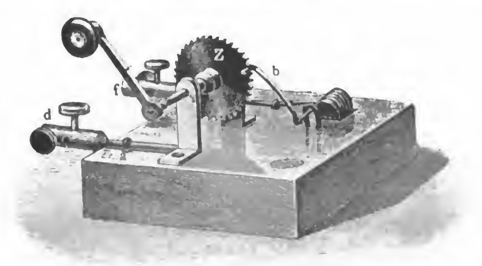


Fig. 29. Handunterbrecher.

brochen, das Eisen verliert den Magnetismus und läßt den kleinen Hammer, an der Feder, zurückschnellen,

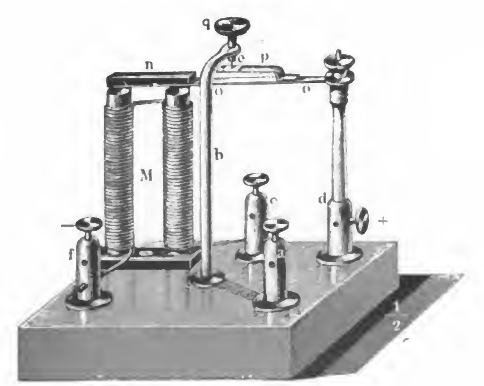


Fig. 30. Wagnerscher Hammer.

wodurch dann der Strom wieder geschlossen wird und sich das Spiel von neuem wiederholt. Dieses erfolgt in einer so raschen Aufeinanderfolge, daß dadurch ein

Summen erzeugt wird. Man nennt solche Spulen, die mit diesem Selbstunterbrecher versehen sind, auch wohl Summerspulen, während die Franzosen dafür die Bezeichnung Trembleur gewählt haben. Da beide Arten von Spulen noch heute bei der elektrischen Zündung benutzt werden, so habe ich des besseren Verständnisses halber die eingehende Erklärung für nötig befunden.

Im Motorenbetriebe bezeichnet man die Spulen, die mit einem mechanischen Stromunterbrecher, der am Motor sitzt, arbeiten, Abreißspulen.

Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts konstruierte der Hannoveraner Ruhmkorff in Paris die ersten Induktionsapparate, die einen kräftigen und langen Funken gaben, und diese Apparate wurden schon anfangs der 60er Jahre zum Zünden von Gasgemischen in den Lenoirschen Gasmotoren benutzt, nachdem schon damals die Versuche ergeben hatten, daß solche Spulen, die mit einem Selbstunterbrecher versehen waren, das Gas wirksamer entzündeten als die gewöhnlichen Abreißspulen, die man zuerst benutzte. Ruhmkorff benutzte für seine Spulen für die primäre Drahtwicklung, durch die der Elementenstrom fließt, einen kurzen und starken Draht, und wickelte über diesen einen sehr langen und dünnen Draht, der die sekundäre Wicklung darstellt, in der also der Strom induziert wird.

Nun bildet sich aber auch in den Windungen der Primärwicklung, da doch diese parallel laufen, ebenfalls ein Induktionsstrom, der sogenannte Extrastrom, und dieser übt auf die induzierende Wirkung der Primärwicklung auf die Sekundärwicklung einen schwä-

chenden Einfluß aus. Man muß deshalb den Extrastrom abfangen und zum guten benutzen. Dieses geschieht durch den Kondensator. Der Kondensator besteht in der Regel bei den kleinen Spulen aus einer Anzahl von Papierblättern, die paraffiniert sind, und zwischen diesen befinden sich einzelne Staniolstreifen. Man kann sich die Anordnung ungefähr so vorstellen, wie ein Buch, in das zwischen jede Seite immer ein Stück Staniol gelegt wurde, welches etwas schmäler als die einzelnen Buchseiten ist. Umschichtig sind dann diese Streifen so gelegt, daß immer die ungeraden Streifen, also der erste, dritte, fünfte usw. an der oberen Kante des Buches vorstehen, während die geraden Streifen, also der zweite, vierte, sechste usw. Streifen an dem anderen Ende hervortreten. Die Streifen berühren sich also gegenseitig nicht und sind voneinander gut isoliert. An jedem Ende sind dann die einzelnen Streifen umgelegt und stehen daher alle geraden und alle ungeraden miteinander in leitender Verbindung. Die Oberfläche der einzelnen Staniolstreifen ist sehr verschieden groß und richtet sich ganz danach, wie stark der Strom ist, der die Spule durchfließt und wie groß die Selbstinduktion ist.

Die schematische Anordnung einer solchen Spule sehen wir in der Figur 31 abgebildet. Wir sehen hier eine sogenannte Abreißspule im Durchschnitt.

Über dem Eisenkern *a*, der aus dünnem und geglühtem Eisendraht besteht, ist ein kurzer, aber starker Draht, von ungefähr 0,8 mm Stärke in zwei Lagen *b* gewickelt. Mit *1* ist der Anfang und mit *2* das Ende des Drahtes bezeichnet. Der Primärstrom kommt vom Akkumulator, tritt bei *1* in die Spule und bei *2*

wieder heraus, um sich hier zu gabeln. Das eine Ende der Gabel mündet in x und das andere in die obere Belegung des Kondensators d. Vom anderen Pol des Akkumulators zweigt ein Draht s ab, der sich ebenfalls gabelt und dessen Abzweig bei y mündet, während der andere mit der unteren Belegung des Kondensators in Verbindung steht. Bewegen wir nun den Draht y gegen x, dann entsteht ein Stromschluß und entfernen wir den Schluß wieder, entsteht die Öffnung des Stromkreises.

Von der Primärwicklung isoliert haben wir auf der Spule noch die Sekundärwicklung, bestehend aus einem sehr langen und dünnen Draht von zirka 0,08 mm Stärke, der mit c bezeichnet ist und deren Enden i und i_1 erkennen lassen. Sobald wir also y mit x in Berührung bringen und diese Berührung wieder aufheben, entsteht in der Sekundärwicklung c ein Induktionsfunken, der bei i—i_1 überspringt.

Würde der Kondensator einen Fehler besitzen, oder ganz ausgeschaltet sein, dann würden wir nur ganz feine Funken wahrnehmen können, die ohne den hellen Glanz sind, der erst durch den Kondensator bzw. den zurückfließenden Extrastrom erzeugt wird.

Heute wendet man diese Art der Wicklung des Sekundärdrahtes weniger an, weil der entstehende Funken sehr leicht durch die Lagen hindurch von der obersten Lage in die unterste gelangen kann und benutzt daher die Serienwicklung, die in der Figur 32 dargestellt ist. Die Sekundärwicklung ist dabei in einzelne Abteilungen geteilt, derart, daß der Abstand der ersten Lage von der letzten so groß geworden ist, als die Länge der Spule beträgt.

Bevor wir nun zu den Spulen mit Selbstunterbrecher oder den Trembleurspulen übergehen, müssen

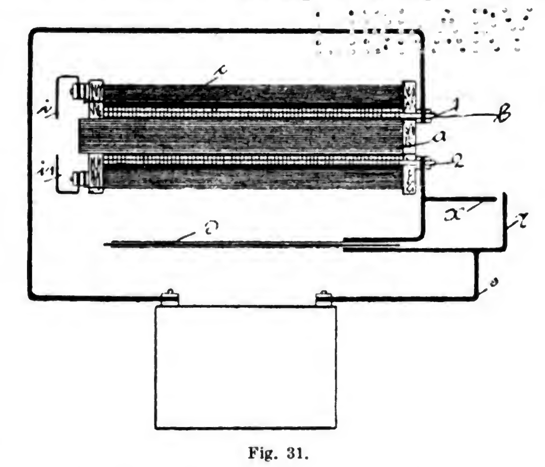


Fig. 31.

wir erst die Apparate kennen lernen, die den Stromschluß und die Unterbrechung mechanisch vornehmen.

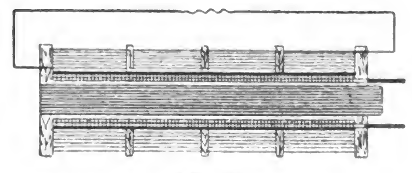


Fig. 32.

Diese kleinen Apparate befinden sich auf der Steuerwelle des Motors und bestehen in der Regel aus einer rotierenden Stahlscheibe mit einem Nocken oder mit einer Aussparung, sowie gegen den Rand dieser Scheibe

laufenden Hammer, der an einer Feder sitzt. Hammer und Feder befinden sich auf einem isolierten Montagestück, das um die Stahlscheibe gedreht werden kann, und durch diese Drehung wird der Zündmoment eingestellt. Je nach Art der rotierenden Stahlscheibe haben wir Andrückkontakte und Springkontakte zu unterscheiden. Der Springkontakt ist der älteste, deshalb wollen wir mit ihm den Anfang machen.

Der erste Springkontakt wurde der Firma Dion-Bouton patentiert und ist schematisch nebenstehend abgebildet, Figur 33.

Auf der Steuerwelle 1 des Motors befindet sich festgestiftet die gehärtete Stahlscheibe 2, die an ihrem Rande eine Aussparung 3 besitzt. Auf dem Rande dieser Scheibe schleift ein gehärteter Hammer 4, der mit einer Feder fest vernietet ist. Diese Feder trägt eingenietet, also nicht gelötet, was wohl zu beachten ist bei allen Kontakten, einen Kontaktniet aus Platin, dem sich eine, ebenfalls mit Platinspitze versehene Stellschraube 5 gegenüber befindet. Diese Schraube wird so reguliert, daß jedesmal, wenn die Aussparung den Hammer 4 springen läßt, ein Kontakt zwischen den Platinstückchen hergestellt wird. Im nächsten Augenblick hat sich jedoch die Stahlscheibe 2 schon wieder soweit gedreht, daß die Aussparung die Feder wieder abdrückt, und der Kontakt wird unterbrochen, d. h. der Schluß wird geöffnet. In demselben Augenblick, wo dieses stattfindet, entsteht in der Sekundärwicklung der Zündfunken, der an der Kerze überspringt. Dieser Motorkontakt oder Motorunterbrecher hatte namentlich den Zweck, beim Andrehen des Motors, wo die Geschwindigkeit der Bewegung

also noch gering ist, mehrere Zündfunken zu erzeugen, indem man die Schraube so einstellt, daß der Hammer die Feder andrückt, aber dabei in Schwingungen kommt, die einen mehrmaligen Stromschluß bewirken. Bei richtiger Einstellung findet dieses tatsächlich statt, wie durch Untersuchung festgestellt wurde. Ferner kann man mit diesem Kontakt die Tourenzahl des Motors in gewissen Grenzen regulieren, da die Trägheit der Feder bei zu großen Tourenzahlen den Hammer gar nicht erst ganz in die Aussparung springen läßt, so daß sich die Kontakte nicht mehr berühren, wodurch Aussetzer in der Zündung eintreten. Meistens hat man aber die Schraube so fest angespannt, daß der Hammer weder schwingt, noch die Tourenzahl reguliert. Jedenfalls war dieser Springkontakt das Wesentlichste des deutschen Dion-Bouton-Patentes, Figur 34.

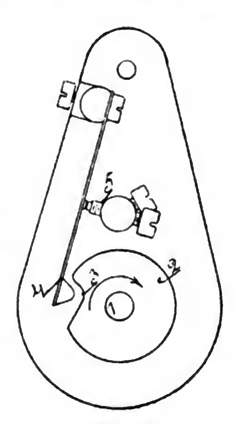


Fig. 33.
Dion-Bouton-Unterbrecher.

Einen anderen Kontakt, der als Andrückkontakt zu bezeichnen ist, sehen wir in der nächsten Abbildung, Figur 35. Es ist der sogenannte Asterkontakt, der zuerst bei den Astermotoren angewandt wurde. Hier besitzt die Stahlscheibe einen Nocken, der die Feder gegen die Schraube drückt. Man achte darauf, daß die Stellschraube nicht zu weit vorgeschraubt wird, weil dadurch, namentlich wenn der Nocken etwas groß ist, sehr oft die Zündverstellung beeinträchtigt wird, derart, daß man oft

nicht einmal Nachzündung geben kann, wenn der Kontakt auf eine Trembleurspule arbeitet. Der Effekt ist derselbe wie vorher beim Springkontakt. Es gibt nun noch eine ganze Reihe der verschiedensten Kontakte, die alle hier nicht aufzuzählen sind. Das Prinzip ist immer dasselbe.

Staub und Schmutz setzt sich sehr leicht zwischen die kleinen Platinflächen dieser Kontakte, und auch das Öl kommt leider sehr oft in nähere Berührung

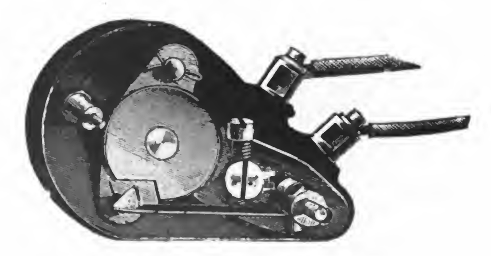


Fig. 34. Dion-Bouton-Unterbrecher.

damit. Alle diese Unreinlichkeiten sind aber Isolatoren, und so kommt es denn, daß der Widerstand in der Leitung, von dem ja die Stromstärke in derselben abhängig ist, sehr oft so groß wird, daß der Funken nicht die nötige Kraft mehr besitzt, das Gasgemisch zu entzünden. Sehr oft verbrennt auch das Platin, und es ist daher dringend zu empfehlen, auf diese Kontakte die größte Aufmerksamkeit zu richten, wie überhaupt eine zu große Reinlichkeit im Motorenbetriebe nicht existiert.

Will man einen neuen Kontakt mit Abreißspule einstellen, dann muß man die Stahlscheibe so stellen,

daß der Kontakt geöffnet wird, wenn der Kolben am Ende der Kompressionsperiode auf seinem oberen Totpunkte angelangt ist.

Man achte dabei darauf, daß man den Kontakt auch so einstellen kann, daß die Unterbrechung auch noch zirka 10 mm hinter dem Totpunkte stattfindet, damit man beim Andrehen auf Nachzündung stellen kann. Der Laie wird diese Verstellung selten vor-

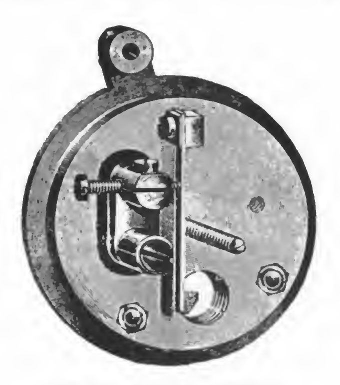


Fig. 35. Aster-Unterbrecher.

nehmen können, und sie wird nur vorgenommen, wenn man die Zündung umändert, indem man von der Selbstunterbrecherspule oder dem Trembleur auf die Abreißspule geht. Bemerkt soll hier jedoch gleich werden, daß die Spule mit Selbstunterbrecher immer vorzuziehen ist, obgleich selbst erfahrene Fachleute anderer Ansicht sind. Man kommt erst dahinter, wenn man die Untersuchung von Motoren als Spezialität betreibt, wie es beim Verfasser der Fall ist. Die Spule mit Selbstunterbrecher erleichtert in jeder

Weise das Andrehen und Antreten des Motors und gibt dem Laien vor allen Dingen eine sofortige Kontrolle der Zündung an die Hand. Wer von der Abreißspule auf die Trembleurspule übergegangen ist, ist noch immer damit zufrieden gewesen, es sei denn, daß

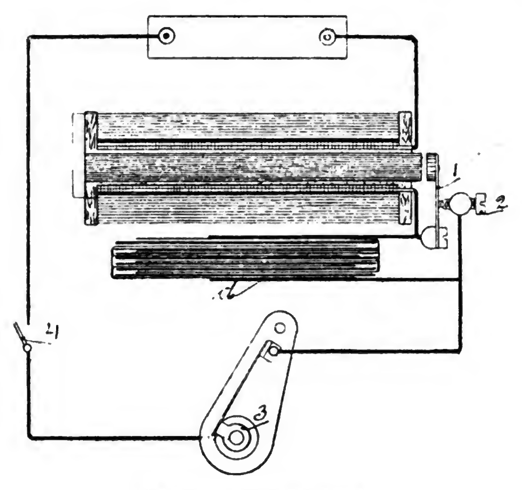


Fig. 36. Trembleur-Schema.

er schlecht bedient wurde, oder seine Apparate nicht sauber hält.

Eine schematische Darstellung einer Unterbrecherspule mit Wagner'schem oder Neef'schem Hammer (Trembleur) sehen wir in der Figur 36. Die Spule ist wieder ebenso gewickelt wie vorher. Der Strom kommt vom Akkumulator, geht durch die Spule und gelangt durch einen kleinen Abzweig in die Hammerfeder *1.* Dieser befindet sich die platinierte Stell-

schraube *2* gegenüber, von wo der Strom durch den Motorunterbrecher *3* und den Sicherheitskontakt *4* in den anderen Pol des Akkumulators wandert. Der Kondensator *d* ist in einen Abzweig von der Feder und der Schraube gelegt. Schaltet man den Kontakt *4* ein, dann beginnt der Strom zu kreisen, und der Hammer beginnt zu summen. Dieses ist ein Zeichen,

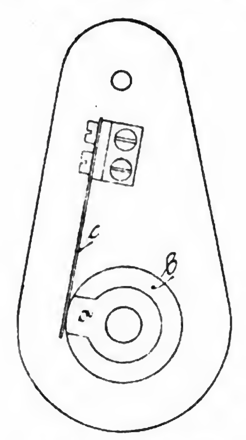




Fig. 37. Schleifkontakt.

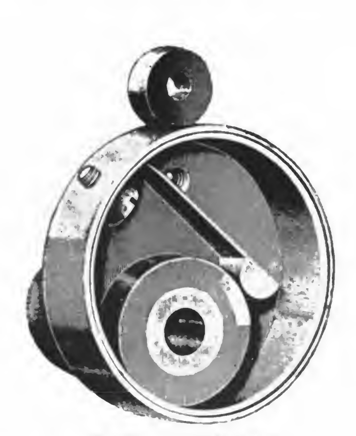


Fig. 38. Schleifkontakt.

daß der Apparat funktioniert und daß die selbsttätigen Stromunterbrechungen stattfinden. Die Anzahl der Unterbrechungen kann man ungefähr aus der Höhe des summenden Tones berechnen, und demnach werden es mindestens 1500—5000 Unterbrechungen in der Minute sein.

Man hört sehr oft die Meinung, daß eine Trembleurspule keine hohen Umdrehungszahlen zuläßt. Ich möchte daher an dieser Stelle mitteilen, daß ich sogar vier-

zylindrige Motoren mit einer einzigen Trembleurspule und Stromverteiler in Betrieb gesetzt habe und dabei mit Leichtigkeit 3000 Zündungen in der Minute erzielte.

Während man für Abreißspulen Andrück- oder Springkontakte benutzt, wendet man für Trembleurspulen mit Vorliebe Schleifkontakte an. Ein solcher ist schematisch in der Figur 37 abgebildet, während die Figuren 38 und 39 Ausführungsformen zeigen.

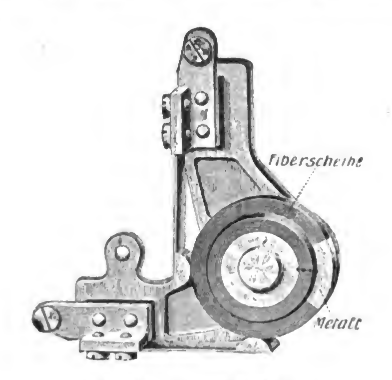


Fig. 39. Schleifkontakt.

Diese verdienen den Vorzug, weil man die Kontakte nicht so oft zu reinigen braucht.

Neuerdings kommen bei besseren Motoren die Rollenkontakte sehr in Aufnahme; ein solcher ist in Figur 40 schematisch dargestellt.

Man kann aber auch mit Andrück- oder Springkontakten Trembleurspulen betreiben, und dieser Fall kommt oft vor, wenn man von der Abreißspule auf die Trembleurspule übergehen will. Hierbei muß man aber darauf achten, daß der Schluß der Kontakte bei

beiden Spulen zu verschiedenen Zeiten erfolgen muß. Man muß bei einer Abreißspule den Strom vor dem Totpunkt schließen und auf oder nach dem Totpunkt öffnen, während man bei der Trembleurspule den Stromschluß vornimmt, wenn der Kolben die obere Stellung einnimmt. Man hüte sich, eine Spule auseinandernehmen zu wollen, weil man dabei leicht einen Draht abreißen kann, dessen Ende man nach-

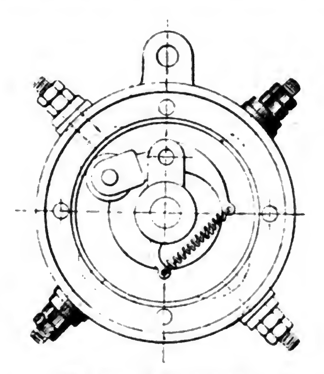


Fig. 40. Rollenkontakt.

her nicht wieder findet, denn die Spulen sind gewöhnlich mit Wachskitt vollständig ausgegossen.

Hat man vergessen, den Strom auszuschalten, wenn der Motor stillgesetzt ist und steht dabei der Motorkontakt zufällig auf Schluß, dann geht der ganze Strom vom Akkumulator durch die Spule, und durch den Widerstand, den der Strom hierbei findet, wird der Draht und die ganze Spule heiß, derart, daß die Wachsmasse in den meisten Fällen aus dem Kasten hervordringt. Gewöhnlich hat das für die Spule keine

weiteren Nachteile, wenn die Isolierung des Drahtes nicht verbrannt ist, der Akkumulator ist dagegen sofort wieder aufzuladen, da er sonst verdirbt. Ist jedoch die Spule durchgebrannt, dann kann man nichts dagegen machen, und man tut am besten, eine neue zu kaufen, weil die Reparatur meistens ebensoviel kostet. Apparate, die mit mehreren Spulen versehen sind, sind neuerdings gewöhnlich so eingerichtet, daß man die einzelnen Spulen, falls etwas daran vorkommt, auswechseln kann.

Wenn die Kästen der Zündinduktoren durch Regen naß geworden sind, leiten sie den hochgespannten Strom sehr leicht über, und wenn man eine solche Spule im Dunkeln in Betrieb setzt, dann sieht man, wie sich der Weg, den der Sekundärstrom nimmt, fein verästelt fortzieht, bis er an eine Stelle kommt, wo er eine gute Brücke findet, um wieder in den Kasten zu huschen.

Man stellt deshalb einen solchen Apparat, wenn er feucht geworden ist, in ein warmes Zimmer, in die Nähe des Ofens und läßt ihn erst gehörig, aber langsam austrocknen. Hiernach wird er in den meisten Fällen wieder in Ordnung sein.

Wer mit der Montage der Leitungsdrähte nicht Bescheid weiß, tut am besten, wenn er an jeden Draht und an jede Klemme, von der er den Draht genommen hat, einen kleinen nummerierten Zettel heftet, derart, daß die gleichen Nummern zusammen gehören. Trotzdem kann es vorkommen, daß Verwechslungen eintreten, und um dann eine Hilfe zu haben, bedient man sich der Leitungsvorschriften des nächsten Kapitels.

15. Schaltungsschema für Akkumulatoren-zündungen.

Jede einfache Abreißspule besitzt in der Regel drei Klemmschrauben, die mit *C*, *M* und *P* bezeichnet sind und dicht nebeneinander liegen, sowie eine vierte Klemme, die mit *B* bezeichnet ist und gut isoliert, in größerer Entfernung von den ersten Klemmen, angebracht ist. Die drei zusammenliegenden Klemmen sind für den Primärstrom bestimmt, während die letzte Klemme für den Sekundärstrom benutzt wird. An diese Klemme kommt das dicke Kabel zur Zündkerze.

Vom + Pol des Akkumulators führt ein Draht zur Klemme *P*, während vom —Pol ein Draht zur Hammerfeder des Motorunterbrechers geleitet wird.

Ein zweiter Draht steht mit der platinierten Schraube des Motorunterbrechers in Verbindung und wird von hier zu der mit *C* bezeichneten Klemme der Spule geleitet. Von der Klemme *M* wird dann noch eine Verbindung mit dem Gehäuse des Motors hergestellt.

Die Buchstabenbezeichnung an den Spulenklemmen ist nicht immer gleich, so z. B. gibt es Spulen, deren drei zusammenliegende Klemmen mit *M*, *T* und + markiert sind, hierbei kommt an + der + Pol vom Akkumulator, der —Pol vom Akkumulator an die Hammerfeder und von *T* ein Draht an die Unterbrecherschraube, während in allen Fällen *M* immer mit dem Motorgehäuse verbunden wird, Figur 41.

Bei zweizylindrigen Motoren mit Abreißspule erfolgt die Verbindung so, wie sie in der Figur 42 dargestellt ist. Dieselbe Anordnung für vierzylindrige Motoren geht aus der Figur 42 klar hervor.

Bei vierzylindrigen Motoren erfolgt die Zündung in der Reihenfolge 1, 3, 4, 2, oder 1, 2, 4, 3, wobei mit 1 der erste Zylinder gleich hinter dem Kühler be-

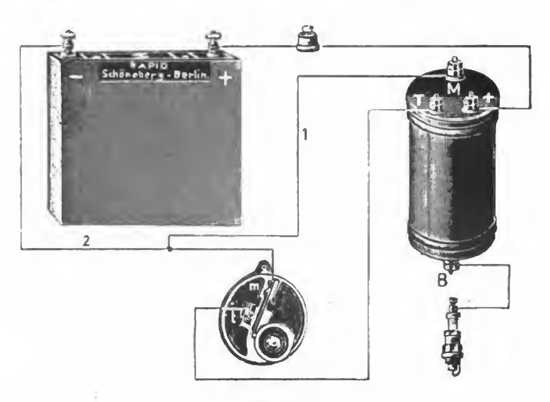


Fig. 41.

zeichnet ist. In beiden Fällen ist die Kurbelstellung die gleiche, doch ist die Stellung der Nocken eine andere. Man wird jedoch bei guten Motoren immer die Einrichtung finden, daß die Kabel zu den Zündkerzen in Isolierrohren geführt und dabei so abgepaßt sind, daß man sie gar nicht verwechseln kann. Anders ist es jedoch mit den Primärdrähten, die zu dem Motorunterbrecher führen, diese sind in der Regel nicht gezeichnet.

Es ist jedenfalls gut, daß man sich diese Drähte

genau bezeichnet, wenn man sie alle zugleich losnehmen muß, weil man den einzelnen Draht nicht so verfolgen kann, wie es auf einer Zeichnung möglich ist. Neuerdings hat man eine gute Idee gehabt, um die Drähte zu zeichnen, so, daß man sie auch im Dunkeln finden kann. Diese Einrichtung sah man zuerst an den Hansa-Automobilen. Hier trägt jeder Draht am Ende, wo der Kabelschuh sitzt, ein kurzes

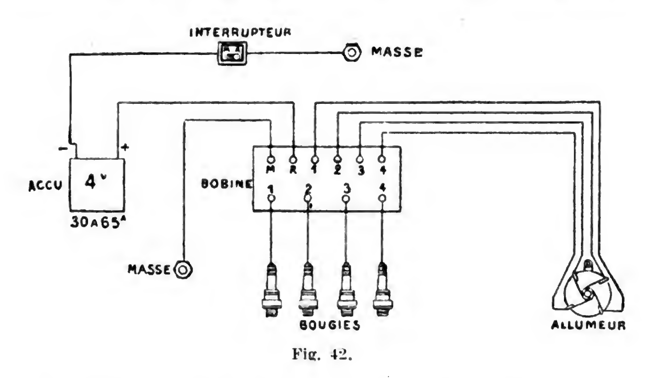


Fig. 42.

Hartgummi- oder Fiberrohr, das gedreht ist und in welches je nach der Zahl des dazugehörenden Zylinders eine oder mehrere Nuten eingestochen sind. Man kann so ganz genau mit dem Fingernagel fühlen, ob das Endstück eine oder zwei Nuten enthält. Diese Einrichtung ist jedenfalls sehr warm zur Nachahmung zu empfehlen. Der Unterbrecher ist natürlich ebenso numeriert.

Mehrzylindrige Motoren besitzen meistens eine Zündung durch Trembleurspulen, und deshalb sollen diese Schaltungsschema hier ebenfalls verzeichnet

werden, obgleich bei einigem Nachdenken die Angabe eines Schemas überflüssig ist, weil man nur den

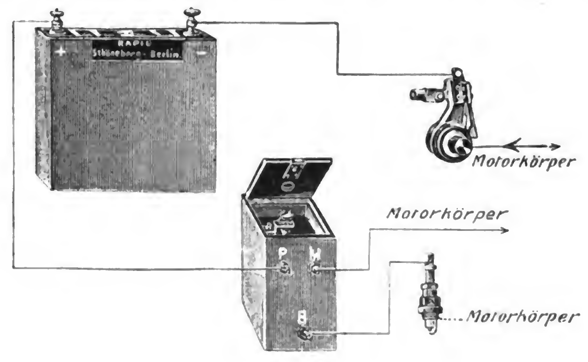


Fig. 43.

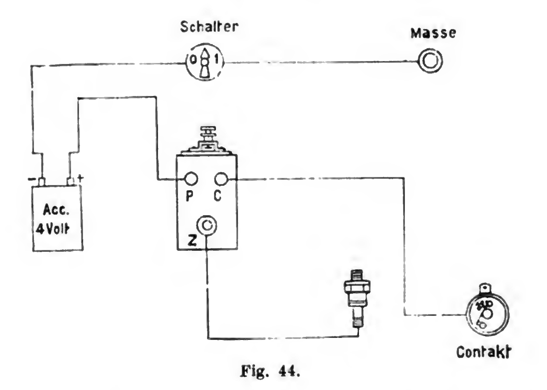


Fig. 44.

Primärstrom durch den Schleifkontakt zu schließen braucht, um die Spule summen zu lassen.

Die Spule für den Einzylinder hat nur drei Klem-

men, eine die mit *P* oder + und eine die mit *M* bezeichnet ist. Die dritte Klemme ist die für das Kerzen-

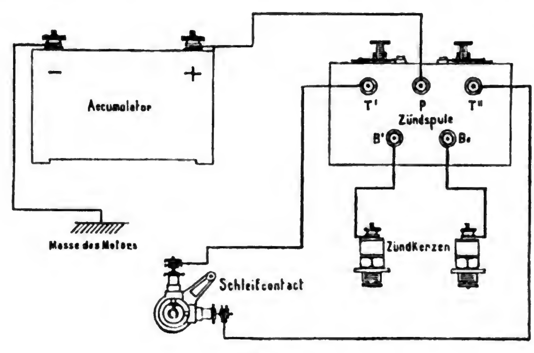


Fig. 45.

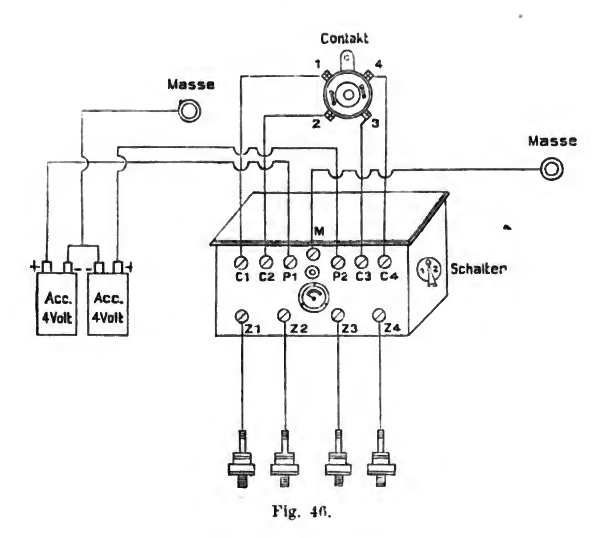


Fig. 46.

kabel und wieder mit *B* bezeichnet. Schaltungsschema umstehend, Figur 43.

Andere Spulen führen gewöhnlich für *M* die Bezeichnung *C* und werden nach Figur 44 geschaltet.

Nach den vorangegangenen Erklärungen werden zwei weitere Schaltungsschema für zwei- und vierzylindrige Motoren auch ohne Text zu verstehen sein, so daß wir uns mit den Beispielen, Figur 45 und 46, begnügen können.

Man achte stets darauf, daß die Drähte und Kabel, welche für die Stromleitungen benutzt werden, erster Qualität sind, und untersuche solche Drähte regelmäßig, ob sie auch nicht an einer Stelle durchscheuert oder halb durchrissen sind, weil dadurch Kurzschluß entstehen kann, der das Funktionieren des Motors gewöhnlich in Frage stellt. Die Primärdrähte sollen mindestens, ebenso wie die Sekundärkabel, mit Kabelschuhen versehen sein, denn die Drähte bestehen aus vielen einzelnen dünnen Drähten, die dann, wenn keine Kabelschuhe benutzt werden, an den Enden leicht fusselig werden, und es ist sehr schwer zu vermeiden, daß nicht hier oder dort ein kleiner Fussel das in der Nähe befindliche Metall berührt, wodurch dann Kurzschluß herbeigeführt wird.

16. Die magnet-elektrische Zündung.

Infolge ihrer vielen Vorzüge hat die magnet-elektrische Zündung in den letzten Jahren ganz bedeutend an Verbreitung zugenommen und selbst da die Akkumulatorenzündung verdrängt, wo man es nicht so schnell erwartete, nämlich beim Motorfahrrad. Für den Anfänger im Motorsport ist jedenfalls die Akkumulatorenzündung eine gute Schule, um sich mit den vielen Zufällen, die durch das Nichtfunktionieren der Zündung hervorgerufen werden, vertraut zu machen, denn im Akkumulator hat man doch wenigstens noch eine Elektrizitätsquelle, die sich auch in der Ruhe revidieren läßt, ob sie noch in Ordnung ist, während man bei der magnet-elektrischen Zündung immer erst den Motor in Rotation versetzen muß, wenn man den Apparat untersuchen will, und das ist meistens leichter gesagt, als getan. Aber auch hier hat die Zeit und der Konkurrenzkampf manche Verbesserungen geschaffen, von der wir heute profitieren, so daß ein Versagen der Magnetzündung heute ebenfalls, wenn man seine Apparate sauber hält, nicht so leicht vorkommt. Freilich gibt es auch unter den Motorfahrern Leute, die alles kaput bekommen und solchen ist auch mit guten Ratschlägen nicht zu helfen.

Wenn wir jemand fragen, was ein Magnet ist, dann werden wir immer die Antwort erhalten, „ein Stück Stahl, das Eisen anzieht“. Wir haben bis heute ebensowenig für den Magnetismus wie für die Elektrizität

eine populäre Bezeichnung; jedenfalls sind wir aber mit dem Magnetismus noch besser daran, wie mit der Elektrizität.

Der Magnet, wie er für die Magnetapparate benutzt wird, besteht aus einem Stück Wolfram- oder auch Remy-Stahl, welches maschinell in Hufeisenform gebogen und, nachdem es mit den Löchern für die Schrauben zur Befestigung versehen ist, gehärtet wurde. Dieses Stahlstück wird dann entweder durch Streichen mit einem anderen Magneten, oder durch den elektrischen Strom magnetisiert. Die beiden Enden des Magneten nennt man seine Schenkel und in ihnen befinden sich die beiden Pole, der Nordpol und der Südpol.

Ein richtig magnetisierter Magnet soll ungefähr 10—15 mal so viel als sein eigenes Gewicht tragen können, und um dieses zu kontrollieren, befinden sich in den betreffenden Fabriken genau abgewogene Eisenstücke, die der Magnet tragen muß, ehe er die Kontrolle passiert.

Zwischen Magnetismus und Elektrizität bestehen gewisse Weschelbeziehungen, die sich auffallend gleichen. So können wir z. B. durch die Elektrizität den Magnetismus erzeugen und ebenfalls umgekehrt durch den Magnetismus wieder die Elektrizität.

Nehmen wir einen Magneten und legen auf seine beiden Schenkel einen Bogen Papier und streuen auf dieses feine Eisenfeilspäne, dann erhalten wir ein Bild, welches die Photographie, Figur 47, zeigt. Wir sehen, wie sich die Eisenfeilspäne an den Polen, wo doch der Magnetismus am kräftigsten ist, am meisten gesammelt haben und wie sie gewissermaßen eine Brücke

zwischen den beiden Polen bilden. Diese Brücke bezeichnet den Weg, den die magnetischen Kraftlinien nehmen, um sich teils in der Luft zu zerstreuen und

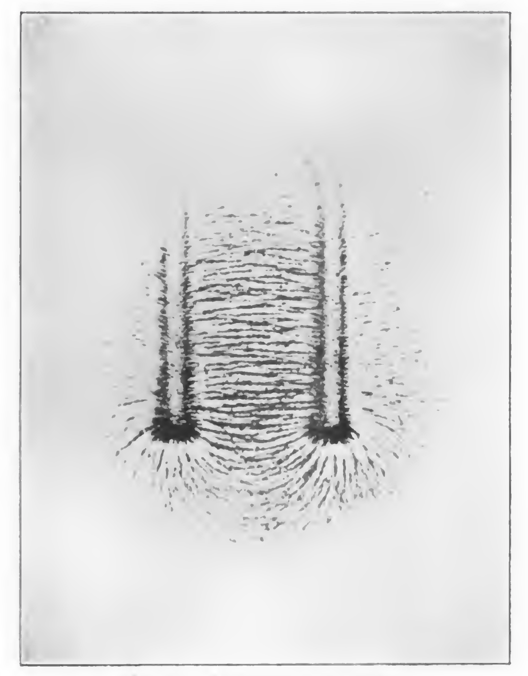


Fig. 47. Kraftlinien im Magneten.

teils von einem Pol zum anderen zu ziehen. Diese so dargestellten magnetischen Kraftlinien sind es, die den elektrischen Strom in unserem Apparat erzeugen.

Bewegen wir zwischen den Polen eines Magneten ein Drahtbündel aus isoliertem Kupferdraht und ver-

binden die beiden Enden desselben mit einem Galvanometer, dann können wir dadurch den Nachweis liefern, daß durch diese einfache Bewegung des Drahtes in dem magnetischen Felde, so wird der Raum zwischen den beiden Polen genannt, ein elektrischer Strom erzeugt wird.

Die Intensität dieses erzeugten Stromes ist abhängig von der Stärke des magnetischen Feldes, der Anzahl der Drahtwindungen und der Geschwindigkeit, mit welcher die Drahtwindungen durch das magnettische Feld bewegt werden. Wir erhalten also auch hier einen Strom, der induziert wird, genau so, wie wir ihn vorher bei dem Induktionsapparat, der Zündspule, kennen gelernt haben. Aber auch ebenso wie dort erhalten wir hier eine bedeutend kräftigere Wirkung, wenn wir den isolierten Kupferdraht um einen Eisendorn wickeln. Dieses machte schon Professor Jedlicka im Jahre 1829, als er den Elektromotor erfand, und Pixii machte daraus 1832 die erste magnetelektrische Maschine, die selbst Strom erzeugte, wenn sie gedreht wurde. Solche Apparate wurden im vorigen Jahrhundert in großen Mengen fabriziert und als Magnet-Elektrisiermaschinen gehandelt.

Anfang der 60er Jahre aber kam Werner Siemens auf die gute Idee, das mit Kupferdraht bewickelte Eisen nicht vor den Magnetpolen, sondern zwischen denselben zu bewegen, und aus dieser ersten Anordnung entwickelte sich dann die größte Erfindung des vorigen Jahrhunderts, die Dynamomaschine.

Das Prinzip des Magnetinduktors ist kurz gefaßt folgendes:

Ein mit zwei Nuten versehenes Stück Weicheisen,

in der Regel aus einzelnen dünnen, gestanzten Blechen bestehend, ist auf einer Welle derart zwischen den Polen eines Magneten befestigt, daß man es leicht drehen kann, ohne daß es den Magneten berührt. Durch die beiden Längsnuten erhält das rotierende Eisenstück, der Anker, die Form eines doppelten T, siehe Figur 48. Diese Nuten sind mit einem langen isolierten Draht (zirka 0,5 mm stark) ausgefüllt, wo-

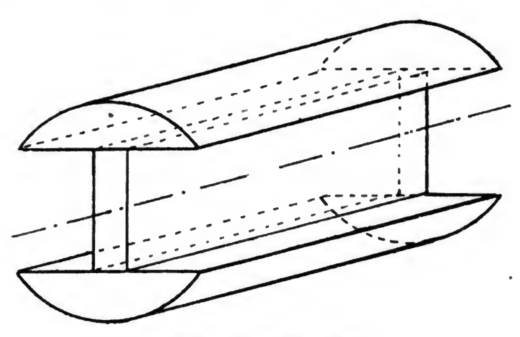


Fig. 48. Doppel-T-Anker.

von das eine Ende mit dem Eisen des Ankers und das andere mit einem isolierten Ring in Verbindung steht, der sich auf der Welle befindet, siehe Figur 49. In dieser Figur ist der Anker mit T und der Magnet durch seine beiden Pole N und S gekennzeichnet. Läßt man nun auf der Ankerwelle eine Feder und auf dem isolierten Ring ebenfalls eine Feder schleifen, dann kann man durch diese beiden Federn den erzeugten Strom abnehmen, wenn man den Anker in Drehung versetzt, und dieser Strom wird bis zu einer bestimmten Größe anwachsen, die der Anzahl der Windungen

auf dem Anker, der Zahl der magnetischen Kraftlinien, die der Anker schneidet und der Geschwindigkeit, mit der das Schneiden der Kraftlinien stattfindet, proportional ist.

Verbindet man daher den Anker des Apparates mit der Motorenwelle durch ein Zahnrad, dann müssen wir einen Strom erhalten, der im Anfang, wo wir beim Andrehen nur eine geringe Drehgeschwindigkeit ausüben können, nur sehr schwach ist; der mit wachsender Tourenzahl nach der ersten Zündung aber rapide anwächst. Aus diesem Grunde ist es daher erforderlich, daß man den Motor, wenn er mit Magnetzündung versehen ist, schnell andreht.

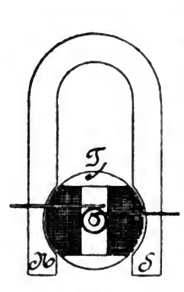


Fig. 49.

Die älteste Art der Magnetzündung ist die Abreißzündung, die wir daher zuerst besprechen wollen.

Dadurch, daß das eine Ende des Drahtes der Ankerwicklung mit dem Anker verbunden ist, ist gleichzeitig, wenn der Apparat am Motor angebracht ist, eine leitende Verbindung zwischen Motor und Apparat hergestellt. Von der Schleiffeder, oder der Kohlenbürste, wie sie oft benutzt wird, führt man einen Draht zu dem Zündflansch, der am Explosionsraum des Zylinders untergebracht ist. Ein solcher Zündflansch ist in der Figur 50 abgebildet. Er besteht aus Gußeisen und besitzt zwei durchgehende Bohrungen. In der einen Bohrung befindet sich, isoliert durch zwei Konusse aus Speckstein oder Steatit, ein Zündstift, der mit dem Magnetapparat durch

einen Leitungsdraht in Verbindung steht. In der anderen Bohrung, die enger gehalten ist, ist ein Stift drehbar angeordnet, der an jedem Ende einen kleinen Hebel trägt. Dieses sind die Zündhebel. Durch eine Feder, die am äußeren Zündhebel, siehe Figur 51, angebracht ist, wird der innere Zündhebel gegen den Kopf *S* des isolierten Zündstiftes gedrückt, derart,

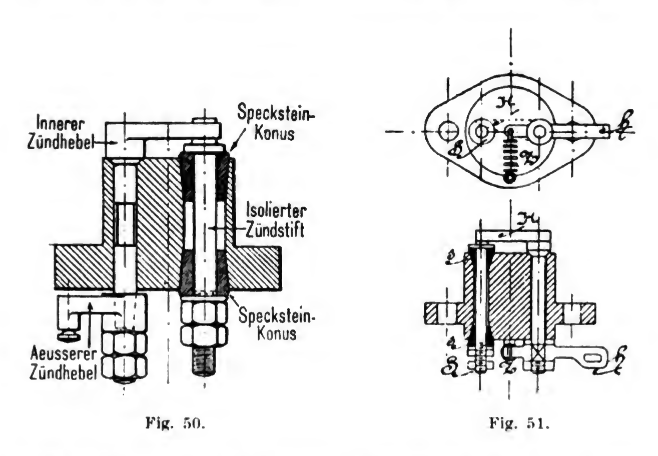


Fig. 50. Fig. 51.

daß hierdurch ein inniger Kontakt entsteht. Verfolgen wir nun den Magnetstrom auf seinem Wege, so bemerken wir, daß er vom Magnetapparat kommend durch die Schleiffeder und den Leitungsdraht in den isolierten Zündstift am Zündflansch tritt und von diesem durch den inneren Zündhebel abgenommen wird, wodurch seine Weiterleitung durch den Motor selbst, bis in den Magnetapparat geschieht. Der Stromkreis ist daher, wenn die Kontakte vollkommen rein sind, ganz geschlossen. Setzen sich

aber Schmutzteile zwischen diese Kontakte und das ist meistens der Fall, dann wird dadurch ein Widerstand erzeugt, der nach denselben Gesetzen wie bei der Akkumulatorenzündung, einen sehr schwächenden Einfluß auf den Strom ausübt. Man muß deshalb die Zündstelle an eine Stelle legen, die vom verbrannten Öl wenig oder gar nicht erreicht wird. Die fernere Einrichtung des Zündmechanismus ist in der Figur 52 dargestellt.

Mit der Steuerwelle *A* des Motors rotiert ein Nocken *B*, auf dem eine Rolle *C* gleitet, die an einem Schnepphebel *D* sitzt, der in der Mitte eine Stange *E* trägt und am Ende mit einem Stellhebel *F* verbunden ist. Durch die Bewegung dieses Hebels in der Richtung der Pfeile auf vor oder nach, wird bei der, durch den Pfeil am Nocken gekennzeichneten Drehrichtung der Steuerwelle der Zündmoment verstellt. Durch eine, der Deutlichkeit wegen nicht gezeichnete Zugfeder, wird die Stange *E* nach unten gezogen und gleitet daher an dem Nocken ab, wenn dieser sich soweit dreht, daß sein Daumen scharf abfällt. Dadurch schlägt das Ende der Stange *D* auf das Ende des äußeren Zündhebels, und der Kontakt zwischen *H* und *S* wird getrennt. In diesem Augenblick entsteht ein Funken zwischen den Kontakten, der, weil er gewissermaßen auseinandergezogen wird, eine ziemliche Größe besitzt.

Weil die beiden Kontakte auseinander gerissen werden, nennt man diese Art der Magnetzündung die Abreißzündung.

Wir haben gesehen, wie der Anker des Apparates zwischen den Polen des Magneten rotiert und wollen

uns nun damit beschäftigen, wie der Anker zum Zündmoment eingestellt werden muß, denn die richtige Einstellung des Ankers ist von größter Bedeutung für das Funktionieren des Apparates.

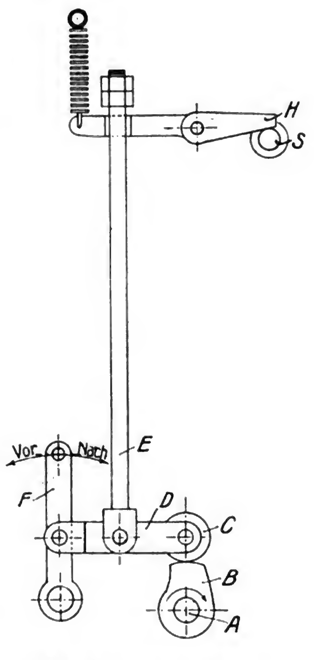


Fig. 52. Abreißgestänge.

Wenn wir dem einen Pol eines Magneten ein Stück Eisen nähern, dann entsteht in dem genäherten Ende des Eisenstückes ebenfalls ein Magnetpol, der aber entgegengesetzt ist, als der des Magneten. Dasselbe ist natürlich der Fall, wenn wir den Anker als Eisenstück auf seine Pole untersuchen, und um diesen Polwechsel darzustellen, betrachten wir die Figur 53. Wir haben den Verlauf der magnetischen Kraftlinien gesehen und gefunden, daß das weiche Eisen, welches sich zwischen den Polen bewegt, eine Brücke bildet, über welche die Kraftlinien auf dem kürzesten Wege geleitet werden. In der Abbildung *a* sehen wir den Anker mit seinen Polen *1* und *2* zwischen den Polen des Magneten, die mit *N* und *S* bezeichnet sind. Folglich werden die Pole des Ankers umgekehrt magnetisch, was wir an der Benennung mit *S* und *N* er-

kennen. Hierbei wird der Verlauf des Magnetismus von einem Pol des Magneten zum anderen, der magnetische Schluß, durch die gestrichelte Linie bezeichnet. Drehen wir den Anker so, daß *1* nach oben und *2* nach unten kommt, dann geht der Magnetismus nicht mehr längs, sondern quer durch das Ankereisen, und im Anker sind jetzt vier Pole entstanden, Figur *b*. Drehen wir den Anker noch weiter, daß er in die Stellung *c* kommt, dann ist *1* umgekehrt magnetisch, wie vorher in der Stellung *a* und *2* ebenfalls.

Dort, wo der Übergang des Polwechsels stattfindet, d. h. in dem Augenblick, wo sich der Anker in der Stellung *b* resp. etwas über diese Stellung hinaus befindet, erreicht bei der Drehung die Intensität des Stromes in der Ankerwicklung ihren höchsten Wert, und mit diesem Moment, der in der Figur 53b abgebildet ist, muß die Trennung der Kontakte am Zündflansch erfolgen.

Würde man diesen Moment nicht ganz genau einstellen, dann könnte man den Motor nicht andrehen. Wenn der Motor erst einmal in Gang ist, dann kann man die Kontakttrennung etwas voreilen lassen, aber durch die Verstellung des Abreißers selbst kann man niemals die Vorzündung in weiten Grenzen regulieren, dazu müßte man dann auch noch den Anker voreilen lassen, und dieses wird auch bei manchen großen Automobilmotoren gemacht, ist aber nur sehr umständlich zu erreichen.

Für den gleichmäßigen Gang des Motors ist das Zusammentreffen der einzelnen Zündmomente, bei mehrzylindrigen Motoren, von größter Wichtigkeit, und daher ist es sehr umständlich, die Abreißgestänge

z. B. für einen vierzylindrigen Motor so zu justieren, daß das Abreißen immer für jeden Zylinder in derselben Kurbelstellung erfolgt.

Außerdem nutzen sich die Gestänge mit der Zeit ab, und es entstehen kleine Unterschiede im Zusammenfallen des Zündmomentes mit der größten Intensität des Stromes. Dieses sind die Gründe, weshalb man heute immer mehr von der Abreiß-

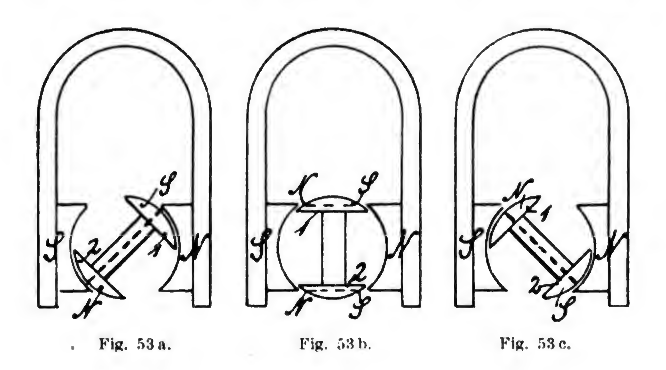


Fig. 53 a. Fig. 53 b. Fig. 53 c.

zündung mit Gestänge abkommt, sobald es sich um mehrzylindrige Motoren handelt. Über den großen Einfluß der Abreißzündung auf die Kraft des Motors läßt sich nicht streiten; aber die obigen Gründe und der Umstand, daß heute die Motoren immer einfacher und ruhiger laufend gebaut werden sollen, sind an sich schon genügend, um eine andere Zündung einzubauen.

Man kann gegen die Abreißzündung den Einwand erheben, sie sei nicht einfach genug herzustellen und, infolge der Gestänge, zu schwer zu überblicken. Dieser

Einwand ist aber nicht stichhaltig, denn man hat genug Motoren gebaut, bei welchen das Gestänge vollkommen fortfällt und wo der Kolben selbst den Abschlag der Kontakte am Zündflansch übernimmt. Solche Motoren bauen die Motorenfabrik Magnet und Maurer-Union; das System, welches hierbei zur Anwendung kommt, geht aus den beigedruckten Abbildungen Figur 54 und 55 hervor.



Fig. 54.

Es war unbedingt ein Fortschritt von größter Bedeutung, als es hieß, es kommen Apparate auf den Markt, die direkt auf die Zündkerze arbeiten.

Solche Apparate hatte man zwar schon zu Versuchszwecken hier und dort gebaut, aber ihre Existenz war wenig an die Öffentlichkeit gedrungen. Heute, nachdem erst einige Jahre seit dem Auftauchen der ersten Magnetapparate für Kerzenzündung verflossen sind, ist selbst der größte Pessimist bekehrt zu der Kerzenzündung übergegangen. An sich lag der Gedanke nicht allzufern, den Strom, den der Magnetapparat erzeugt, einfach in eine Akkumulatorenspule zu leiten und dort in einen hochgespannten umzutransformieren, aber es stellten sich doch mit der Zeit manche Schwierigkeiten ein, die erst nach und nach überwunden werden konnten. Die Folge davon war aber auch, daß auf der letzten Automobilausstellung in Berlin die Magnetkerzenzündung dominierte.

Wir haben verschiedene Konstruktionen auf diesem Gebiete, die sich aber fast alle mehr oder weniger gleichen, nur ein System macht von allen anderen eine

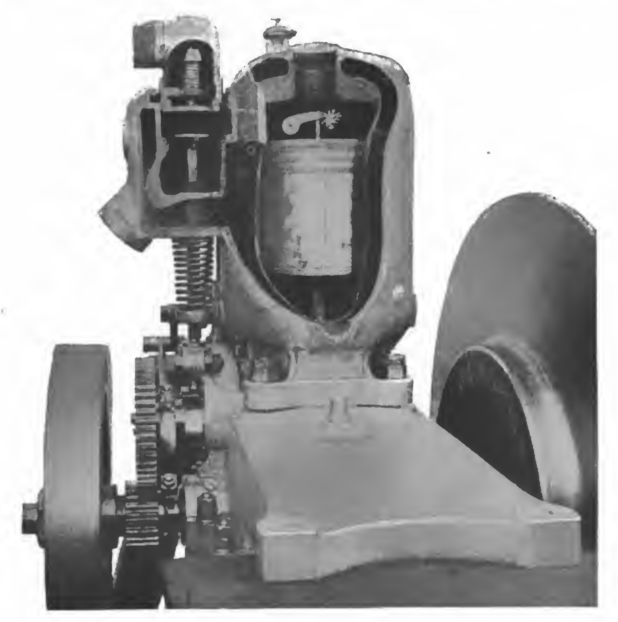


Fig. 55.

wesentliche Ausnahme und dieses ist das System Eisemann.

Die Eisemann-Zündung war wohl zeitlich die erste, die den hochgespannten Strom durch einen Magnetapparat erzeugte, freilich mittels einer separaten Spule, die ähnlich so gebaut ist, wie die Akkumulatorenspule mit Abreißer. Statt den Strom des Magnetapparates,

wenn er seine höchste Intensität erreicht, durch das Öffnen eines Kontaktes im Zylinderkopf zu unterbrechen, wird bei der magnet-elektrischen Hochspannungszündung der Kontakt am Magnetapparat unterbrochen, und der Funken, der sonst, bei der Abreiß-

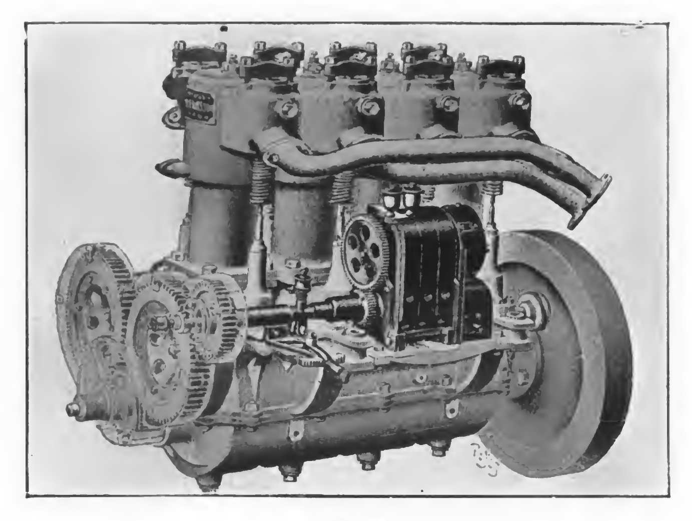


Fig. 56.

zündung am Zündflansch überspringt, wird durch die Primärwicklung einer Spule geleitet, woselbst er, ebenso wie der Akkumulatorenstrom, einen Sekundärfunken induziert, der dann an der Zündkerze überspringt. Wie die Figur 56 zeigt, ist dieser Magnetapparat durch Zahnradübersetzung mit der Motorenwelle zwangläufig verbunden, wie es heute bei allen Magnetzündungen, die mit Hoch- und Niederspannung

arbeiten, der Fall ist. Durch den Kontakt am Magnetapparat ist der Stromkreis in der Ankerwicklung vollkommen geschlossen und kann bei jeder Ankerumdrehung eventuell zweimal unterbrochen werden. Die Stromstärke ist natürlich auch hier wieder abhängig vom Widerstand am Kontakt. Ist dieser verschmutzt, dann ist die Intensität des Stromes geringer als bei reinem Kontakt, aber der Kontakt selbst kann,

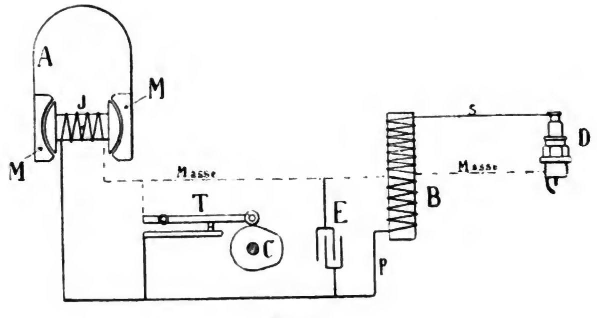


Fig. 57.

weil er leicht zu revidieren ist, viel leichter rein gehalten werden, als wenn er sich, wie bei der Abreißzündung, im Zylinder befindet. Er wird aber auch, weil er mit Isolationserzeugern, wie Öl und Ruß, nicht in Berührung kommt, viel weniger verschmutzen, und daher wird eine Hochspannungszündung immer sicherer funktionieren als eine Abreißzündung, vorausgesetzt natürlich, daß die Zündkerze selbst keine Veranlassung zu Störungen gibt, was jedoch niemals ausgeschlossen ist.

Über den Apparat selbst, und das Schaltungs-

schema beim Einzylinder, gibt die Figur 57 genügenden Aufschluß.

In der Figur 58 ist eine schematische Darstellung eines Eisemann-Apparates vorgeführt, wie er für die Zündung eines Vierzylinders benutzt wird. Aus dieser Darstellung ist der Verlauf des Stromkreises sehr gut zu erkennen. Wir sehen die starke Ankerwicklung *A*, wie sie durch eine Kontaktfeder *H* mit Kontakt *K* in sich geschlossen ist, und bemerken gleichzeitig, wie rechts und links ein Abzweig von dieser Leitung in die Spule *J* geleitet wird und hier mit *P* bezeichnet ist. Würde man nun den Anker in Bewegung setzen, dann würde in der Spule kein Strom erzeugt werden können. Sobald man dagegen mit dem Anker einen Nocken *N* verbindet, der entsprechend der Ankerstellung gestellt ist und der im Momente der größten Stromintensität den Stromkreis durch das Öffnen des Kontaktes *K* unterbricht, wird sich der dadurch entstehende Stromstoß einen Weg durch die Nebenwicklung *P* suchen, also die Primärwicklung der Spule *J* durchlaufen, und das Resultat wird sein, daß in der Sekundärwicklung *S* ein hochgespannter Strom entsteht, dessen Funken dann durch einen Verteiler *V*, der sich halb so schnell wie der Anker dreht, an die einzelnen Zündstellen in den Zylinderköpfen abgeführt wird.

Für die Erzeugung des Sekundärfunkens ist bei Eisemann eine eigens konstruierte Spule vorhanden, die sehr viel Eisen enthält, doch ist diese Spule auch so beschaffen, daß sie ebenfalls mit einem Akkumulator mit Strom versehen werden kann, und weil man beim Anlassen eines Motors selten die nötige Dreh-

geschwindigkeit, die für das Funktionieren des Magnetapparates erforderlich ist, erzielen kann, deshalb hat man ein bequemes Mittel an der Hand, den Motor mit

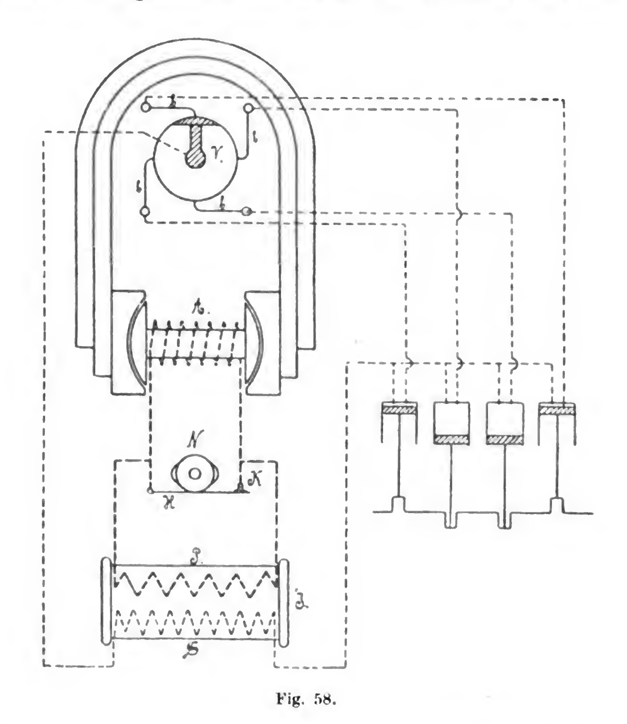


Fig. 58.

einer Doppelzündung zu versehen. Man kann also sowohl eine Akkumulatorenzündung als auch eine Magnetzündung anwenden und beide Zündarten so miteinander vereinigen, daß man dafür nur eine Zündspule nötig hat.

Dieser Vorteil hat natürlich eine doppelte Sicherheit des Betriebes des Motors zur Folge, denn wenn der Magnetapparat versagen sollte, kann man mit der Akkumulatorenzündung fahren und umgekehrt. Das Schaltungsschema hierbei ist in der Figur 59 dargestellt. Es sei hier noch besonders darauf aufmerksam gemacht, daß man selbst für 8zylindrige Motoren nur eine einzige Hochspannungsspule nötig hat. Es ist dieses von ganz besonderer Bedeutung, weil dadurch bewiesen wird, daß der ganze Apparat nicht träge arbeitet und sich deshalb vorzüglich für Rennmotoren eignet.

Wenn man auch in der Regel bei kleinen Motoren ohne Doppelzündung auskommt, so ist es doch für die Bequemlichkeit und die Betriebssicherheit von großem Wert, zwei verschiedene und voneinander unabhängige Zündungen zu besitzen und deshalb ist bei guten Wagen meistens die Doppelzündung angebracht. Es soll dieses hier nochmals betont werden, damit nicht der Anschein erweckt würde, als sei die Eisemann-Zündung komplizierter als eine andere, im Gegenteil bietet sie dort, wo es sich um mehrere Zylinder handelt, eine große Vereinfachung dadurch, daß nur eine Spule nötig ist, und daß beide Zündungsarten auf eine und dieselbe Kerze arbeiten können, ohne eine doppelte Leitung mit den vielen Drähten nötig zu haben.

Eine andere Konstruktion eines Magnetapparates mit Hochspannung ist die von Robert Bosch. Hier ist der Anker des Apparates selbst als Induktionsspule konstruiert, indem derselbe zwei verschiedene Wicklungen, eine aus starkem Draht für den Primärstrom-

kreis und eine aus schwachem Draht für den Sekundärstrom besitzt. Das Prinzip dieses Apparates kommt durch die Figur 60 zur Anschauung. Der

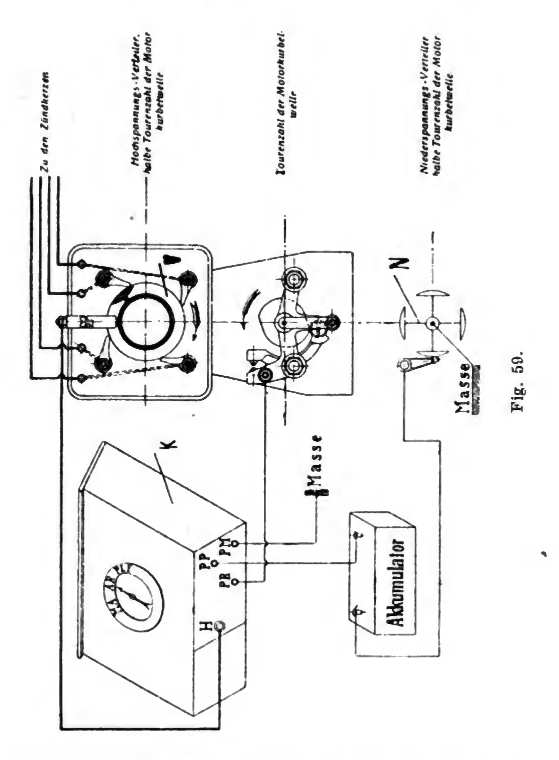


Fig. 59.

Primärstromkreis ist ebenfalls kurzgeschlossen und wird im gegebenen Moment durch einen Kontakt unterbrochen, um durch den Stromstoß den hochgespannten Zündfunken zu induzieren. Der ganze

Apparat ist sehr kompendiös gebaut und vereinigt in sich selbst die vollständige Maschine für die Erzeugung des Zündfunkens (Fig. 61).

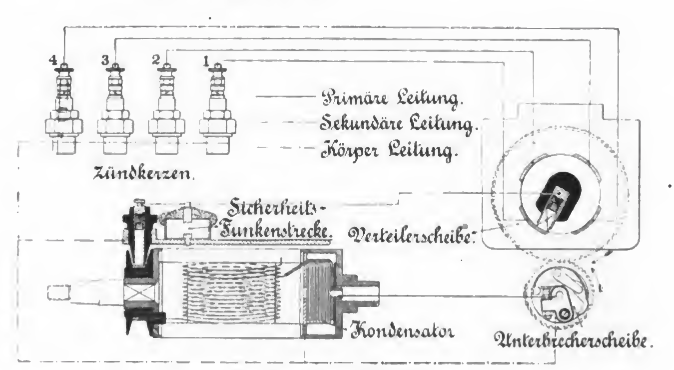


Fig. 60. Bosch-Schema.



Fig. 61. Bosch-Apparat.

Bei Benutzung des Boschapparates muß die Akkumulatorenzündung für sich angelegt werden.

Besonders zu erwähnen ist der Apparat von Unterberg & Helmle (Fig. 62) für Kerzenzündung,

der sich nach mir gewordenen Informationen vorzüglich bewährt.

Dieser Apparat besitzt eine Einrichtung, die höchst sinnreich konstruiert ist und durch die es möglich wird, selbst die größten Motoren spielend leicht anzudrehen. Ich habe erwähnt, daß es beim Andrehen



Fig. 62. Apparat von Unterberg & Helmle.

darauf ankommt, daß der Anker des Apparates möglichst schnell durch das magnetische Feld geführt wird, weil davon die Intensität des Stromes abhängig ist. Diesem schnellen Andrehen stellt sich aber durch die Höhe der Kompression ein großer Widerstand entgegen und man ist deshalb gezwungen, in vielen Fällen beim Anlassen des Motors eine Akkumulatoren-Hilfszündung anzuwenden. Bei vorgenanntem Apparat ist aber eine Vorrichtung getroffen, daß der Anker

auch beim langsamsten Drehen mit größter Schnelligkeit durch das magnetische Feld bewegt wird, indem in diesem Falle eine Feder, die im Apparat angeordnet ist, den Anker im geeigneten Moment herumschnellt, derartig, daß man z. B. die Andrehkurbel mit weniger als einer Umdrehung in der Minute zu drehen braucht, um dennoch eine kräftige Zündung zu erhalten, wenn

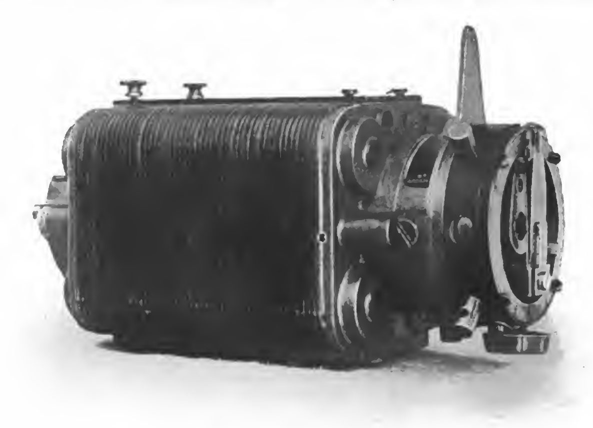


Fig. 63. Caron-Magnet.

man nur dafür sorgt, daß sich im Zylinder ein zündfähiges Gasgemisch befindet. Sobald der Motor seine Tätigkeit aufnimmt, löst sich das Gesperre am Magnetapparat, durch welches vorher die Feder gespannt wurde aus, und der Anker rotiert wie jeder andere.

Ganz abweichend von den vorhergehenden Apparaten funktioniert die französische Caronzündung, Figur 63. Der Strom dieses Apparates arbeitet auf eine Zündkerze, die für Abreißzündung konstruiert

ist. Der dazu gehörende Magnetapparat fällt durch seine eigenartige Konstruktion auf, doch kann auch jeder andere Magnetinduktor benutzt werden, wenn dieser für Abreißzündung konstruiert ist, also Niederspannung führt.



Fig. 64. Caron-Kerze.

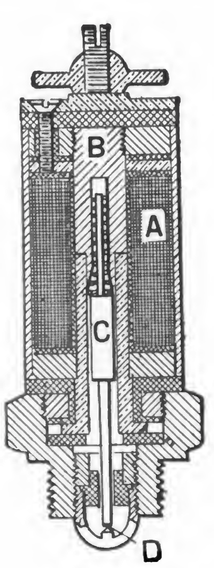


Fig. 65. Caron-Kerze.

Die eigenartige Zündkerze ist in der Figur 64 in der Ansicht und in der Figur 65 im Schnitt dargestellt. Sie wird einfach in das Kerzengewinde des Zylinders geschraubt. Mit *A* ist eine kleine Spule bezeichnet, die in ihrem Innern einen ausgebohrten Eisenkern *B* besitzt, in dem ein kleiner zylindrischer Anker *C*, der durch eine Spiralfeder mit seinem unteren Ende gegen

einen Kontakt *D* gedrückt wird, gleitet. In dem Augenblick, wo der Strom des Magnetinduktors seine größte Intensität erreicht, wird der Stromstoß durch die Spule der Kerze fließen, der Kern *B* wird magnetisch und wird den kleinen Anker *C* schnell hochziehen. Dadurch wird aber der Kontakt bei *D* unterbrochen und die Folge ist, daß an dieser Stelle ein kräftiger Abreißfunken entsteht. Man hat also eine Magnet-Abreißzündung, die vollkommen ohne Gestänge arbeitet.

Es ist hier nicht der Ort, alle anderen möglichen und unmöglichen Zündsysteme einer Besprechung zu unterziehen, da es vor allen Dingen darauf ankommt, die gebräuchlichsten Modelle zu besprechen. Die Magnetzündung wird im Laufe der Zeit noch verschiedene Verbesserungen erfahren, die immer mehr daran arbeiten, die Akkumulatorenzündung zu verdrängen, und wenn diese Verbesserungen stattfinden, ohne die Apparate komplizierter zu machen, dann ist dieses im Interesse des gesamten Automobilismus nur zu begrüßen.

Schon heute sind die Apparate so einfach, daß man nur auf die Reinheit der Kontakte zu achten braucht, und es gibt bereits Apparate, bei welchen die Kontakte an der Rotation nicht teilnehmen und wo man die Funkenbildung von außen durch ein Schauglas beobachten kann.

17. Die Vergasung und die Vergaser.

Wir wissen, daß in einem Benzinmotor die Wärme, welche im Brennstoff enthalten ist, in mechanische Arbeit umgesetzt wird, und deshalb wird der Benzinverbrauch in erster Linie immer proportional der Arbeitsleistung des Motors sein. Es kommt aber nicht darauf an, den Brennstoff zu verbrennen, sondern darauf, mit dem geringsten Quantum die größte Leistung zu erreichen, und in dieser Beziehung weichen fast alle Motoren wesentlich voneinander ab.

Meistens ist daran die Konstruktion des Motors selbst schuld, aber den größten Anteil an der Verschiedenheit der Resultate hat doch immer der Vergaser. Wer selbst Automobilist ist, wird sich schon oft darüber gewundert haben, daß sein Motor manchmal viel und manchmal wenig Benzin verbraucht, um eine und dieselbe Arbeitsleistung zu vollbringen. Sehr häufig kommt es auch vor, daß sein Motor anfangs recht sparsam arbeitet und mit der Zeit immer mehr Benzin verlangt, gerade so, wie der Appetit gewöhnlich beim Essen kommt.

Ebenso wie wir nun durch die Wärme Arbeit erzeugen, können wir auch durch die Arbeit Wärme erzeugen, und wir sind daher imstande, die Wechselbeziehungen zwischen Arbeit und Wärme ganz genau zu bestimmen. Wir bezeichnen die Arbeitsleistung gewöhnlich nach Pferdestärken (PS) und sagen, 1 PS ist die Arbeitsleistung, die imstande ist, in 1 Sekunde 75 kg auf die Höhe von 1 m zu fördern. Das Produkt

aus diesen Einzelbegriffen ist daher das Sekundenkilogrammeter und 75 Sekundenkilogrammeter sind 1 Pferdekraft oder abgekürzt 1 PS = 75 sek./m kg.

Da durch die mechanische Arbeit von 425 m kg 1 Wärmeeinheit oder Kalorie erzeugt wird, so müßte man auch mit 1 Wärmeeinheit 425 m kg erzeugen können, was bei der Umwandlung der Energie einen Nutzeffekt von 100% entsprechen würde. So weit haben wir es aber bis heute leider noch niemals bringen können, weil bei jeder Energieumwandlung ein mehr oder weniger großer Verlust eintritt. Um dieses an einem leicht verständlichen Beispiel zu erklären, wollen wir den Verlust, den die Umwandlung der Energie im Benzinmotor erleidet, berechnen, indem wir den tatsächlichen Benzinverbrauch eines mittleren Benzinmotors mit durchschnittlich 400 g pro PS und Stunde annehmen wollen, und die Wärmemenge, die in 1 kg Benzin von 0,68 spezifischem Gewicht enthalten ist, mit 11 000 Wärmeeinheiten in die Rechnung stellen. Demnach sind für 1 PS/Std. 11 000 × 0,4 = 4400 Wärmeeinheiten erforderlich. Dagegen müßte man mit 1 PS 75 × 425 = 29 855 Wärmeeinheiten, also ca. 6,72 mal soviel erzeugen können, so daß der eigentliche Nutzeffekt nur ca. 14,8% beträgt, während der Rest der Wärme verloren geht. Es soll durchaus nicht bestritten werden, daß bei Bremsungen in den Fabriken ein bedeutend geringerer Benzinverbrauch konstatiert wird, der sogar einen Nutzeffekt von 20% nachweisen läßt, für den Automobilisten kann aber nur ein Resultat in Frage kommen, das den Betriebsergebnissen eines im Automobil eingebauten Motors entspricht und da ist ein Verbrauch von 400 g Benzin pro PS/Std.

noch als sehr gering zu bezeichnen, wovon tatsächlich an die Fahrbahn kaum mehr wie die Hälfte abgegeben wird. Selbstverständlich ist hierbei auf die Konstruktion des Wagens und seines Getriebes, sowie der ganzen Kraftübertragung überhaupt, noch besonders Rücksicht zu nehmen.

So haben wir z. B. auch Wagen, bei denen mehr als $^3/_4$ der Motorenkraft in Arbeit umgesetzt werden. Immerhin ist es mit der Wärmeausnutzung im Benzinmotor noch sehr schlecht bestellt.

Aus diesen Gründen müssen wir dafür Sorge tragen, daß wir uns immer bemühen, mit dem geringsten Benzinverbrauch die größte Leistung zu erreichen, wie ich eingangs dieses Kapitels bemerkt habe.

Damit wir diesem Ziel nahe kommen, ist es notwendig, das Wesen der Vergasung und die Vergaser selbst ganz genau zu studieren. Wissen wir nämlich, worauf es hauptsächlich ankommt, dann können wir dem Motor, der nach unserer Meinung zu viel Benzin verbraucht, den Brotkorb, pardon, die Benzinflasche, höher hängen, denn wenn das Benzin tropfenweise auch nur sehr wenig kostet, so werden doch aus Tropfen Liter und aus Litern Fässer usw., je nachdem, wie stark der Motor und seine Benutzung ist.

Gesetzt den Fall, ein Motor von 20 PS verbraucht in 1 Stunde 8 kg Benzin und er macht dabei in einer Minute 1000 Umdrehungen oder, ich nehme einen vierzylindrigen Motor an, 2000 Explosionen, dann sind dieses in der Stunde 60 × 2000 = 120 000 Explosionen. Mithin kommt auf eine Explosion das geringe Quantum von 8000 (g Benzin) durch 120 000 (Explosionen) gleich 0,0666 g. 1 g würde daher genügen, um in dem

Motor 15 Explosionen zu erzeugen, wobei der Vierzylinder $7\frac{1}{2}$ Umdrehungen macht. Ein solcher 20 PS-Motor würde eine Bohrung von 100 mm und einen Hub von 125 mm besitzen und sein Volumen würde 981,75 ccm betragen. Demnach würden 120 000 Explosionen pro Stunde, wenn man mit einem Füllungsgrad von 85% rechnet, rund gerechnet 100 cbm Verbrennungsluft enthalten. Da die atmosphärische Luft 1,2932 kg per Kubikmeter wiegt, so beträgt das Gewicht der stündlich angesaugten Luft ca. 130 kg und in diesen sind also 8 kg Benzin enthalten. Mithin beträgt das Mischungsverhältnis zwischen Luft und Benzin ca. 1 zu 16. Dieses ist ein Mittelwert, denn eingehende Versuche haben ergeben, daß man im Anfang, wo der Motor noch neu und der Vergaser noch gut justiert ist, noch mit einem größeren Luftgehalt auskommt, wenn man dafür sorgt, daß für die Zündung die Bedingungen denkbar günstig sind. So z. B. entzündet eine gute Magnet-Abreißzündung noch ein Gemisch von 1 Teil Benzin und 20 Teilen Luft. Je kleiner und schwächer der Zündfunken ist, desto mehr Benzin muß im Gemisch enthalten sein, und so kann es vorkommen, daß man mitunter nur mit einem Luftgehalt von 10 Teilen auf 1 Teil Benzin arbeitet. Wird der Benzingehalt stärker, dann wird die Kraft des Motors schwächer, weil das Gemisch zu langsam brennt und weniger Hitze entwickelt. Der Motor kommt nicht recht in die Touren, und deshalb ist die richtige Justierung des Vergasers von größter Wichtigkeit. Mit derselben muß aber unbedingt die Zündung gleichen Schritt halten, denn ein schlechter Vergaser und eine gute Zündung passen ebensowenig zusammen wie ein guter Vergaser und

eine schlechte Zündung. Der Nichtfachmann ist ja leider nur zu leicht geneigt, weil er solche Angaben wie diese nicht selbst kontrollieren kann, anzunehmen, daß sie übertrieben sind, aber wenn er aufmerksam seinen Motor beobachtet, dann wird er schon dahinter kommen, welche Bedeutung die richtige Anpassung der Einzelteile eines Motors besitzt.

Der Benzingehalt ist also proportional der Zylinderfüllung, resp. dem Zylindervolumen, und winzig klein ist die Menge, welche in einer solchen Füllung enthalten ist. Bleiben wir bei unserem obigen Beispiele, dann müssen wir bekennen, daß trotz des äußerst geringen Benzinquantums von 0,0666 g, das in 0,982 ltr. Luft enthalten ist, doch große Anforderungen an die Verdunstung dieses Benzintropfens gestellt werden, denn hierzu steht nur rund $^1/_{10}$ Sekunde zur Verfügung. Es ist deshalb ein direktes Erfordernis, daß man die Verbrennungsluft ganz energisch mit dem Benzin in Berührung bringt, und dieses geschieht zum Teil dadurch, daß man die Luft sehr schnell durch den Vergaser streichen läßt und dabei das Benzin fein verteilt, oder indem man die Luft mit einer großen Verdunstungsoberfläche des Benzins in innige Berührung bringt. Diese beiden Anordnungen scheiden die Vergaser in zwei verschiedene Gruppen, die Spritzvergaser und die Oberflächenvergaser. Letztere ist die älteste Konstruktion, die heute fast vollkommen vom Markte verschwunden ist und die deshalb hier nur gestreift werden soll.

Der Spritzvergaser, den wir bereits bei der Erklärung des Saughubes kennen gelernt haben, beruht auf dem Prinzip, daß die strömende Luft das Bestreben

hat, wenn sie durch ein Rohr geblasen wird, welches an einer Stelle zwecks Erreichung einer größeren Strömungsgeschwindigkeit verengt ist, an dieser Stelle aus einem zentralen Rohr zu saugen. Diese Erscheinung wird bei den Parfümzerstäubern, sowie überhaupt bei allen Injektoren angewandt. Damit nun die Zusammensetzung des Gasgemisches immer dieselbe bleibt, ist es erforderlich, daß das Benzin immer unter der gleichen Bedingung dem Vergaser zufließt und ferner, daß die Strömungsgeschwindigkeit der angesaugten Luft an der Mündung der Benzindüse immer dieselbe ist. Die erste Forderung ist bei der veränderlichen Tourenzahl des Motors sehr schwer, bzw. gar nicht zu erreichen, während man den Zufluß des Benzins durch eine sinnreiche Anordnung des Vergasers ermöglicht.

Das allgemeine Konstruktionsprinzip eines Spritzvergasers wollen wir an Hand der beigedruckten Figur 66, den Neckarsulmer Vergaser des Motorzweirades darstellend, kennen lernen. Der Körper ist seitlich zu einem Behälter ausgebildet, der durch ein Benzinrohr mit dem Benzingefäß in Verbindung steht. Damit das Benzin aber nicht über den Rand des Behälters laufen kann, ist eine Ventilnadel vorgesehen, die durch zwei kleine Balancehebel 4 angehoben wird. Dieser Hebekraft der Hebel wirkt die Auftriebskraft eines Schwimmers 3 aus dünnem Messingblech entgegen, derart, daß die Ventilnadel den Benzinfluß absperrt, wenn der Schwimmer in dem Benzin zu schwimmen beginnt.

Hierdurch wird es möglich, das Benzin im Vergaserbehälter immer auf gleicher Höhe zu erhalten. Durch eine seitliche Bohrung steht der Schwimmerbehälter

mit einer feinen Düse 10 in Verbindung, deren Bohrung so justiert ist, daß bei jedesmaligem Saughub die durch 18 eintretende Luft immer das gleiche Benzin-

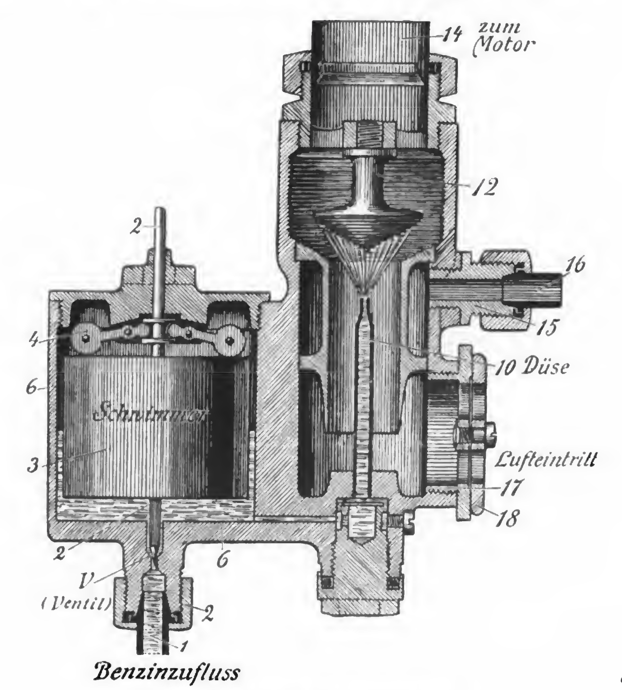


Fig. 66. Vergaser im Durchschnitt.

quantum mit sich reißt, das dann gegen den Zerstäuberkegel 12 spritzt und auf eine große Oberfläche verteilt wird, um die Verdunstung zu fördern.

Durch Verdunstung wird bekanntlich Kälte erzeugt, und diese Kälte wird mit zunehmender Verdunstungs-

fähigkeit der zu verdunstenden Flüssigkeit immer stärker. Da Benzin sehr leicht verdunstet, so würde der Vergaser sich sehr bald mit Eis überziehen, das sich aus der Feuchtigkeit der atmosphärischen Luft am Vergaser absetzt. Dadurch wird natürlich die Verdunstung nicht mehr so intensiv, wie es nötig ist, und deshalb ist man gezwungen, dem Vergaser Wärme zuzuführen, die die Verdunstungskälte wieder ausgleicht. Dieses geschieht dadurch, daß man einen Teil der Auspuffgase um den Vergaser leitet, oder die Luft erwärmt, indem man sie nahe an heißen Motorteilen absaugen läßt. Außerdem spielt aber noch die Temperatur der Außenluft eine große Rolle. Im Sommer, wenn es warm ist, wird die Verdunstung des Benzins im Vergaser besser vor sich gehen, als im Winter, wo die Luft schon an sich kalt ist, und deshalb muß man die Wärme, die dem Vergaser zugeführt wird, regulieren können, was durch einen kleinen Hahn, der in die Heizungsleitung 16 geschaltet ist, geschieht.

Wir haben gehört, daß die Strömungsgeschwindigkeit an der Düsenmündung im Vergaser abhängig ist von der Tourenzahl des Motors, und um zu verhüten, daß die Luft bei steigender Tourenzahl zu viel Benzin mit sich reißt, muß an jedem Vergaser noch eine Zuführung von Nebenluft vorhanden sein, die die Strömungsgeschwindigkeit regelt. Dieses geschieht durch einen Hahn, der im vorliegenden Falle mit „Hebel zur Luftnachregulierung“ siehe Figur 10—13 bezeichnet ist, und der nach Bedarf von Hand mehr oder weniger geöffnet wird. Durch diese Gemischregulierung ist man einigermaßen imstande, das Ge-

misch gut zusammenzusetzen und durch einige Übung bringt man es sehr bald dahin, schon nach dem bloßen Gehör die richtige Gemischbildung zu treffen.

Die Kraft, die der Motor herzugeben hat, muß dem Fahrwiderstand entsprechend angepaßt sein, und es wäre daher eine Verschwendung, wenn man wenig Kraft braucht, den Motor immer mit voller Kraft laufen zu lassen. Um dieses zu verhindern, ist noch eine Drosselklappe im Gasrohr angeordnet, die es dem Fahrer in sein Ermessen gibt, wie und mit welcher Kraft er den Motor laufen lassen will.

Zwei Mittel gibt es, um die Tourenzahl eines Motors zu beeinflussen, und zwar die Verstellbarkeit der Zündung und die Drossel. Wir haben gesehen, daß wir bei der Zündung die Vorzündung immer so einstellen müssen, daß sie mit der Kolbengeschwindigkeit, d. h. der Tourenzahl, gleichen Schritt hält, daß wir also bei höherer Tourenzahl mehr Vorzündung geben müssen, als bei niedriger. In die Fahrpraxis umgesetzt heißt dieses, die Vorzündung gebrauchen, wenn der Fahrwiderstand geringer wird. Der sparsame Automobilist, der seinen Motor lieb hat und der den Genuß, den das Motorfahren mit sich bringt, nicht zu teuer erkaufen will, wird daher nur mit der Vorzündung die Gangart des Motors beeinflussen und erst dann die Drossel weiter öffnen, wenn der Fahrwiderstand höhere Anforderungen an den Motor stellt. Er wird nicht immer mit vollständig geöffneter Drossel fahren, und dadurch seinen Motor schonen, denn die Hitzentwicklung im Zylinder nimmt bei geöffneter Drossel ganz gehörig zu.

Statt die Nebenluft mit der Hand zu regulieren, was doch immer ein besonderes Geschick und eine stete Beobachtung erfordert, hat man in neuerer Zeit Vorkehrungen getroffen, durch welche die Zusatzluft selbsttätig reguliert wird. Steigt z. B. die Kolbengeschwindigkeit und dadurch die Strömungsgeschwindigkeit im Gasrohr, dann steigt in diesem der Unterdruck, und diese saugende Wirkung des Unterdruckes

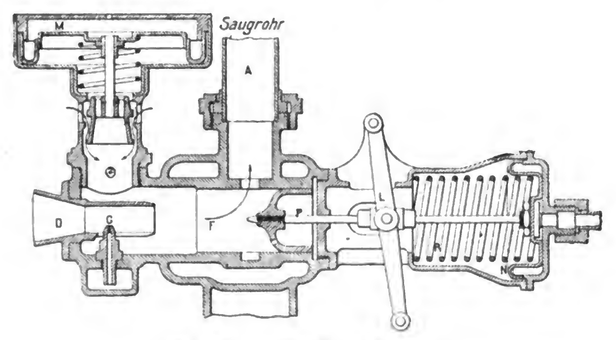


Fig. 67. Panhard-Krebs-Vergaser.

wird dazu benutzt, um ein federbelastetes Ventil oder einen Schieber in Tätigkeit zu setzen, wodurch der Zusatzluft ein freierer Durchgang verschafft wird. Vergaser, die so eingerichtet sind, sind durch die beistehenden Abbildungen Figuren 67—70 illustriert. Vollkommen kann man aber die erwünschte Gemischgleichheit nicht erreichen.

Man hat deshalb immer noch bei allen Motorwagen eine Handregulierung, mit der man etwas nachhilft.

In der Figur 67 ist der erste Vergaser mit automatischer Luftregulierung abgebildet, wie er heute

als neuestes Modell gebaut wird. In einer Kapsel ist eine Membran *M* enthalten, die durch eine kleine Stange mit einem Luftschieber verbunden ist. Eine Spiralfeder wirkt derart gegen die Membran, daß diese im regulären Betriebe mit niederiger Tourenzahl

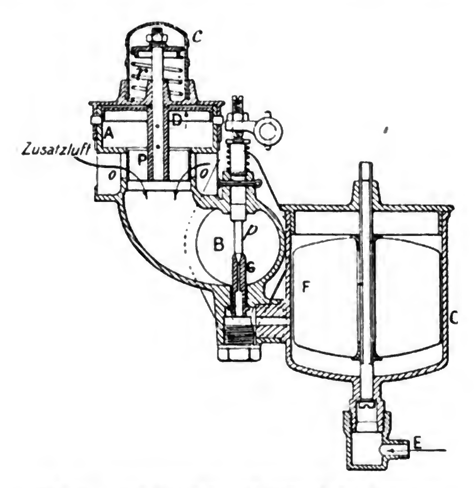


Fig. 68. Dixi-Vergaser. Fahrzeugfabrik Eisenach.

immer nach oben gedrückt wird, wodurch die Luftzufuhr durch den Schieber geschlossen wird.

Sinkt bei höherer Tourenzahl der Unterdruck, dann senkt sich die Membran, und der Schieber läßt in der Richtung der eingezeichneten Pfeile die Nebenluft eintreten. Würde diese Einrichtung nicht vorhanden sein, dann würde der Motor bei höherer Tourenzahl das Benzin aus der Düse saugen, wodurch das Gasgemisch zu stark wird.

Eine ähnliche, jedoch bedeutend verbesserte Einrichtung zeigt die Figur 68 (S. 145) beim „Dixi“-Vergaser. Hier sind Membran und Schieber zu einem Stück vereinigt und mit der Verengung des Durchströmungs-

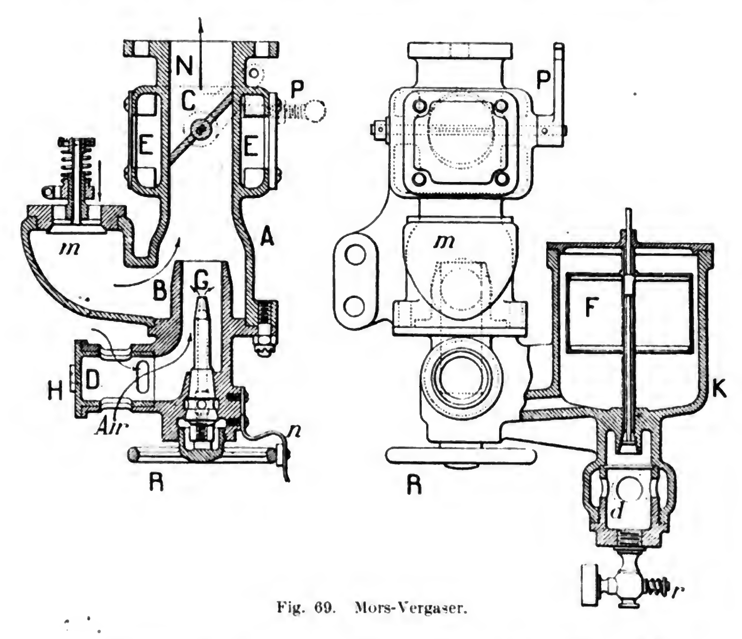


Fig. 69. Mors-Vergaser.

querschnittes durch die Drossel wird gleichzeitig der Benzinzufluß an der Mündung der Düse *G* durch die Ventilspindel *P* abgesperrt, wodurch man die feinste Regulierung erhält. Beachtung verdient noch die solide Ausführung des Schwimmers.

Figur 69 zeigt den neuen Mors“-Vergaser, bei welchem die Zusatzluft durch ein Ventil streichen

muß, das sich ebenfalls durch den Unterdruck öffnet. Zwecks bequemer Reinigung ist bei diesem Vergaser die Düse unten als Küken ausgebildet, derart, daß man durch Linksdrehen des Handrades *R* dieses mit der ganzen Düse herausschrauben kann.

Die Figur 70 zeigt den „Unic“-Vergaser. Bei diesem ist, ähnlich wie bei dem Panhard-Krebs-Ver-

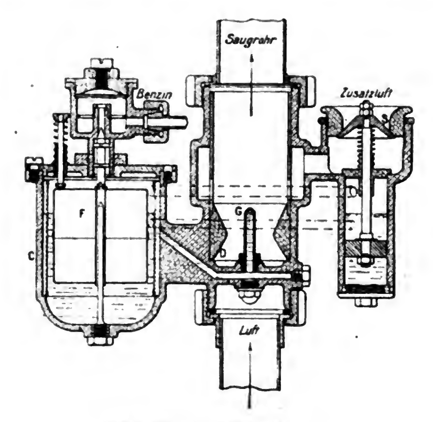


Fig. 70. Unic-Vergaser.

gaser, eine Dämpfung des Schiebers angeordnet, indem das mit Zusatzluft bezeichnete Ventil mit einem Kolben in Verbindung steht, der in einem Zylinder gleitet. Dieser Zylinder kommuniziert mit dem Schwimmerbehälter. Das Ventil muß sich also allmählich öffnen und schließen, wobei es sich in ein genaues Verhältnis der Tourenzahl des Motors setzt. Eigenartig ist auch die Verbindung zwischen Düse und Schwimmerbehälter durch die steigende Boh-

rung, wodurch verhütet wird, daß der Motor (wenn die Zündung abgestellt ist, ohne daß die Drossel geschlossen wurde) das ganze Benzin aussaugt.

Eine ähnliche Anordnung findet man bei den größeren Hansa-Automobilen, indem bei diesen der Kolben des Ventils auf etwas Quecksilber schwimmt, das gleichzeitig die Funktion der Feder übernimmt.

Diese Beispiele dürften genügen, um einen Einblick in die Regulierung der Vergaser und den Zweck zu gestatten.

Sehr oft kommt es vor, daß man, namentlich in der ersten Zeit, wo einem das ganze Motorfahren noch neu ist, am Vergaser herumbastelt und womöglich mit einer Stopfnadel die Düse reinigt oder erweitert, weil man von letzterer Prozedur annimmt, daß sie die Kraft des Motors erhöht. Von solchen Manipulationen ist dringend abzuraten, weil dadurch der ganze Motor ruiniert werden kann.

Erweitern wir die Düse, dann ist eine notwendige Folge davon eine Verstärkung des Gasgemisches, und wenn das Gasgemisch zu dicht, also zu benzinhaltig wird, dann wird es gar nicht mehr lange dauern und die gefürchteten Kompressionszündungen, d. h. das Hämmern des Motors, tritt ein, und wenn man die Benzindüse nicht ganz schnell wieder vorsichtig durch Hämmern mit einem Eisenstift verkleinert und neu justiert, ist sehr bald der beste Motor hinüber.

Will man den Vergaser reinigen, dann muß man ihn vorsichtig behandeln. Gewöhnlich genügt schon das Losnehmen der Verschraubung unter der Düse. Hiernach öffnet man den Benzinhahn, wobei man ein Glas unter die Öffnung des Vergasers hält und läßt

etwas Benzin durchfließen, das nun alle Unreinlichkeiten mit sich führt. Sehr gut ist es, wenn man den Vergaser mit einem Separator (Figur 71) versieht, wie dieses neuerdings mehrfach gemacht wird. In diesem Separator kann sich das Wasser, das eventuell in dem Benzin enthalten sein kann, und der Schmutz ab-

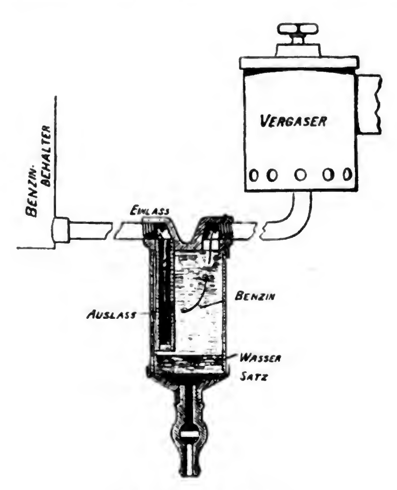


Fig. 71. Separator.

setzen und nicht in den Vergaser gelangen. In der Regel ist auch noch jeder Vergaser mit einigen feinen Sieben versehen, die grobe Schmutzteile zurückhalten.

Ist die Düse verstopft, dann merkt man dies daran, daß die Zündungen mit einem Knall in den Vergaser zurückschlagen (nicht zu verwechseln mit dem Knallen im Auspufftopf, das durch Aussetzer in der Zündung erzeugt wird).

Die meisten Störungen, die am Vergaser vorkommen, machen sich am Schwimmer bemerkbar. Diese Schwimmer sind mitunter sehr unsauber gearbeitet, indem sie nur notdürftig gelötet sind, statt dabei auch noch umgebördelt oder gefalzt zu sein. Das Blech, aus welchem sie bestehen, ist nur sehr dünn, selten über $^1/_4$ mm stark, und wie lange eine solche feine Lötnaht halten soll, kann man sich denken, selbst wenn man nicht Praktiker ist. Viele Fahrer behandeln auch noch den Schwimmer sehr unvernünftig, indem sie auf den Knopf stoßen, statt ihn einfach langsam herunterzudrücken, wenn das Benzin beim Anlassen überlaufen soll. Dadurch geht natürlich sehr bald die Lötnaht an einer unsichtbaren Stelle auf, und da der Schwimmer beim Zulöten warm wird, so ist er ohnehin schon von Anfang an etwas luftleer, so daß das Benzin eifrig durch den feinen Riß, der sich beim Springen der Lötnaht bildet, angesaugt wird. Dadurch wird der Schwimmer schwerer, und er sperrt den Benzinzufluß nicht mehr früh genug ab. Die Folge davon ist, daß das Benzin höher an den Düsenrand steigt und eventuell sogar überfließt. Das Gasgemisch wird dadurch zu kräftig, und der Besitzer des Wagens klagt dann gewöhnlich, daß sein Wagen nicht mehr so läuft wie früher, oder daß der Motor hämmert und nicht auf die Touren kommt und dabei „das Benzin säuft“.

Meistens steigt denn auch noch dicker schwarzer Qualm aus dem Auspufftopf empor, und die ganze Umgebung stinkt nach Benzindampf. (Bei richtigem Gemisch ist der Betrieb nahezu geruchlos).

Wer also mit reinem Gewissen sagen kann, daß

er nichts an der Düse erweitert hat, der soll den Schwimmerbehälter öffenen, den Schwimmer heraus nehmen und schütteln. In den meisten Fällen wird er merken, daß Benzin in demselben ist. Dieses muß durch Eintauchen des Schwimmers in heißes Wasser vorsichtig entfernt werden. Bei der Gelegenheit wird man auch an den aufsteigenden Benzindämpfen, die Blasen erzeugen, erkennen, wo die undichte Stelle sitzt, und man wird sie durch einen Riß markieren. Daß man mit Benzin vorsichtig umzugehen hat und nicht etwa mit Feuer an den Schwimmer kommt, sollte man eigentlich nicht mehr nötig haben, zu erwähnen, doch hat mich die Praxis eines besseren belehrt. Achtet man nicht darauf, daß das Benzin fortwährend am Vergaser tropft und hat dabei noch die Angewohnheit, brennende Streichhölzer unter den Wagen zu werfen, oder dieses geschieht seitens eines Zuschauers, dann ist der Automobilbrand fertig, wie er schon oft vorgekommen ist.

Es braucht aber auch nicht immer der Schwimmer zu sein, der das Überlaufen des Benzins verursacht, sondern der Fehler kann seinen Sitz auch in der Ventilnadel haben. Es kommt vor, daß man bei einer Revision des Vergasers die Ventilnadel an die Erde fallen ließ, und daß sich dabei die kleine Spitze am Ende etwas verbogen hat. Dadurch stößt diese seitlich an die untere feine Bohrung des Zuführungskanales und der eigentliche Ventilsitz kann nicht mehr so dicht abschließen wie früher. Man nimmt deshalb eine Feile und macht das, was eigentlich der Fabrikant schon hätte machen sollen, wenn er etwas mehr über seine Arbeit nachgedacht hätte, und feilt die feine

Spitze einfach glatt ab. Gemeint ist hiermit jedoch nur das äußerste, scharf auslaufende Ende der Nadel. Man wird dann untersuchen, ob die Nadel nicht verbogen ist und sie im anderen Falle wieder zurechtbiegen. Hält sie nun noch nicht dicht, dann nimmt man etwas pulverisierten Bimsstein und schleift die Nadel vorsichtig ein.

Es kommt auch vor, daß sich die kleinen Balancehebel, die oben an dem Deckel des Schwimmerbehälters sitzen, klemmen (sitzen die Hebel unten am Boden, dann kommt dieser Fall wenig oder gar nicht vor). Man wird also die Hebel wieder so gangbar machen müssen, daß sie leicht schwingen können. Es ist ja eigentlich selbstverständlich, daß der Fabrikant von Automobilmotoren seine größte Sorgfalt auf den Vergaser verwendet, aber mitunter trifft man doch auf Zustände, die jeder Beschreibung spotten, und das namentlich in bezug auf den Vergaser, den Schwimmer und die Zündung. Es ist deshalb sehr gut, wenn man sich über diese Materie belehren läßt.

Einen großen Einfluß auf die gute Vergasung übt natürlich auch die Beschaffenheit des Benzins aus. Ein Vergaser, der mit 680er Benzin reguliert ist, wird ein ganz anderes Gas liefern, wenn er mit 700er Benzin gespeist wird. Ist der Vergaser richtig einreguliert, dann steht das Benzin in der Regel 3—5 mm vom oberen Düsenrand auf konstantem Niveau. Verwendet man dagegen ein spezifisch schweres Benzin, dann beginnt der Schwimmer schon früher zu schwimmen, und die Folge davon ist, daß das Benzin bedeutend tiefer in der Düse steht. Das Umgekehrte ist der Fall, wenn der Vergaser mit schwerem Benzin reguliert

wurde und mit leichtem benutzt wird. Man gewöhne sich daher daran, immer ein und dasselbe Benzin zu benutzen und prüfe mit dem Benzinprüfer das spezifische Gewicht, wenn man einmal in die Verlegenheit gerät, außerhalb Benzin von einer nicht vertrauenerweckenden Bezugsquelle zu kaufen. Man wird mitunter staunen, was für ein Gebräu als Benzin verkauft wird.

Bemerken will ich noch, daß der obenerwähnte Abstand von 3—5 mm vom Ende der Benzindüse durchaus nicht für alle Verhältnisse gilt, sondern sich nur auf Motoren bezieht, die bis etwa 1500 Touren machen. Mit steigender Tourenzahl und engem Durchströmungsquerschnitt im Vergaser wächst der Unterdruck, und das Benzin kann weit unter der Düsenmündung stehen. Bei langsam laufenden Motoren, z. B. Bootsmotoren, schneidet das Benzin dagegen sehr oft gerade mit der Düsenmündung ab, ohne jedoch dabei überzulaufen.

Es kommt vor, daß ein Motor beim Andrehen sehr gut läuft, aber nicht auf die Tourenzahl kommt, oder aber nach einigen Sekunden durch Knallen im Vergaser angibt, daß zu viel Luft dem Gasgemisch zugesetzt ist. Hält man den Motor an, dann wiederholt sich das Spiel immer wieder von neuem. Achtet man dabei auf die Ventilnadel, so wird man sehen, daß sich diese ganz langsam aber sicher hebt, wenn der Motor läuft, und ebenso sicher wieder fällt, wenn der Motor stillgesetzt wird. Dieses ist ein sicheres Zeichen, daß die Düse oder gar die Zuleitung verstopft ist. Man stellt das Benzin ab, hält ein Glas unter die Verschraubung, öffnet diese und läßt das Benzin aus dem

Schwimmbehälter laufen. Alsdann steckt man einen ganz feinen weichen Draht, z. B. dünnen Blumendraht, durch die Düsenöffnung oder bedient sich dabei eines einfachen Borstenpinsels, der besonders für diese Zwecke benutzt wird. Stößt man mit einem solchen Pinsel auf die Düse, dann wird schon eine von den Borsten in die Öffnung gehen und den Fremdkörper entfernen, der entweder ein Fussel oder ein feiner Span ist. Man öffnet nun den Benzinzuflußhahn und läßt etwas Benzin durch die Leitung in das untergehaltene Glas fließen. Hieran wird man schon bemerken, ob die Leitung verstopft ist oder nicht, denn das Benzin muß im Strahl ausfließen. Wenn man das Rohr reinigen will, muß man es losschrauben und nicht etwa mit einem Draht vom Vergaser aus nach dem Behälter zu durchstoßen wollen. Hierdurch würde man den Schmutz einfach wieder in den Behälter schieben und hat nach kurzer Zeit wieder dieselbe Bescherung. Sehr zu empfehlen ist es, wenn man einen kleinen Schlauch zur Hand hat, den man auf die Düse steckt und von oben gehörig durchbläst. Man schraubt dann wieder den Verschluß auf und setzt den Vergaser zusammen. Wenn man jetzt wieder den Motor probiert, wird er meistens ordnungsmäßig laufen.

Will man einen Vergaser regulieren, dann macht man dieses am besten, indem man den Schwimmerbehälter vollkommen voll Benzin laufen läßt und darauf den Benzinzufluß absperrt. Sobald der Motor läuft, beachtet man die Ventilnadel, wie sie sinkt, und schließt sofort die Drossel oder schaltet die Zündung aus, wenn der Motor am besten läuft. Hat sich während

dieses Versuches die Nadel bereits etwas gehoben, so ist es ein Zeichen, daß der Schwimmer zu schwer ist, und daher im regulären Betriebe das Benzin zu hoch an der Düsenmündung steht. Es ist aber auch sehr oft der Fall, daß die Nadel nicht steigt, und der Schwimmer etwas zu leicht ist. Man erkennt dieses in der Regel daran, daß der Vergaser nur wenig oder gar keine Nebenluft verträgt; der Motor kommt bei Vorzündung nicht recht auf Touren, das Benzin steht zu tief unter der Düsenmündung. Eine dünne Unterlagsscheibe auf den Schwimmer gelegt bewirkt hierbei oft Wunder. Man darf den Schwimmer aber keineswegs so beschweren, daß das Benzin von selbst über die Düsenmündung läuft.

Bei einem richtig einregulierten Vergaser soll die Nadel, wenn der Motor im Betriebe ist, sich fortwährend drehen, ohne sich merklich zu heben oder zu senken.

Die Konstruktion der Vergaser ist sehr verschieden, wie aus den beigedruckten Abbildungen hervorgeht. So hat man z. B. Konstruktionen, wo man beim Andrehen des Motors nicht auf den Knopf drücken, sondern die Nadel selbst hochheben muß, Figur 66. Ferner hat man Schwimmer, die mit der Nadel fest verlötet sind, und solche, bei denen die Nadel seitlich vom Schwimmer angeordnet ist. In allen Fällen ist aber das Grundprinzip, das Einhalten eines konstanten Niveaus durch einen Schwimmer und eine Ventilnadel, wie beschrieben, dasselbe.

Die Schwimmervergaser haben den großen Vorteil, daß sie vollkommen explosionssicher sind, sie können aber trotzdem Veranlassung zu Bränden geben.

Beim Andrehen eines Motors ist das Gasgemisch niemals richtig eingestellt, es brennt meistens zu langsam, und dadurch kann es kommen, daß sich noch im Zylinder, von der vorhergehenden Explosion, brennende Gase befinden, wenn die Auspuffperiode vollendet ist, und das frische Gas eintritt. Dieses entzündet sich nun sofort, und die entstehende Stichflamme schlägt bei geöffnetem Saugventil durch das Gasrohr und durch den Vergaser, hier das übergeflossene Benzin sofort entzündend. Hat man etwas reichlich Benzin überlaufen lassen, dann steht sofort das Innere der Haube in Flammen. Sehr viele Automobilbrände sind auf diesen Übelstand zurück zu führen. Man soll deshalb beim Andrehen immer die Klappe der Haube auflassen und sie erst schließen, wenn der Motor ordnungsmäßig im Gang ist. Sehr zu empfehlen ist es, wenn man am Vergaser ein Überlaufrohr anbringen läßt, das durch die untere Verkleidung des Motors geht, damit das überflüssige Benzin nicht in die Haube gelangen kann. Ferner soll man niemals den Benzinzuflußhahn früher wieder

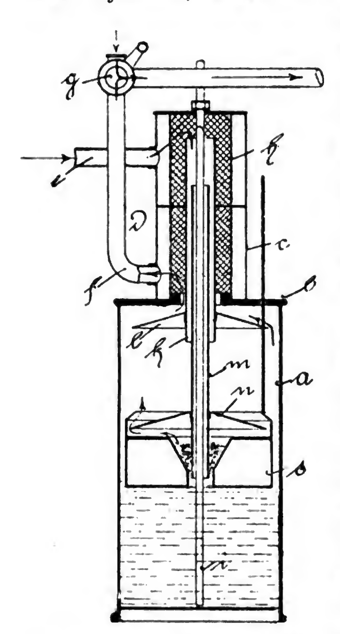


Fig. 72. Alter Daimler-Vergaser.

verdecken, als bis der Motor vorschriftsmäßig läuft, damit man ihn sofort wieder zudrehen kann, wenn das Benzin im Vergaser Feuer gefangen hat.

Bei einem guten Automobil soll der Vergaser mit einem Sicherheitssieb versehen sein, damit die Flamme nie zurückschlagen kann, doch soll man niemals denken, daß der Fabrikant schon dafür gesorgt hat,

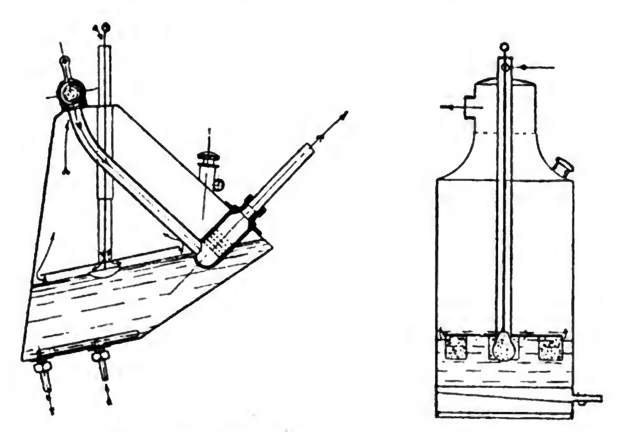


Fig. 73. Dion-Vergaser. Fig. 74. Aster-Vergaser.

sondern immer mit der nötigen Vorsicht zu Werke gehen und niemals die Geistesgegenwart verlieren, wenn die Flamme zurückschlägt.

Die Oberflächenvergaser werden heute nur noch vereinzelt gebaut und angewandt; sie haben den großen Nachteil, daß sie ein sehr unvollständiges Gasgemisch liefern und einen großen Raum einnehmen, außerdem sind sie nicht immer ganz explosionssicher gebaut und lassen sich für größere, schnellaufende

Motoren nicht benutzen. Ihr Prinzip ist in den beigedruckten Figuren 72—75 zur Darstellung gebracht, es beruht darauf, daß die angesaugte Luft entweder durch

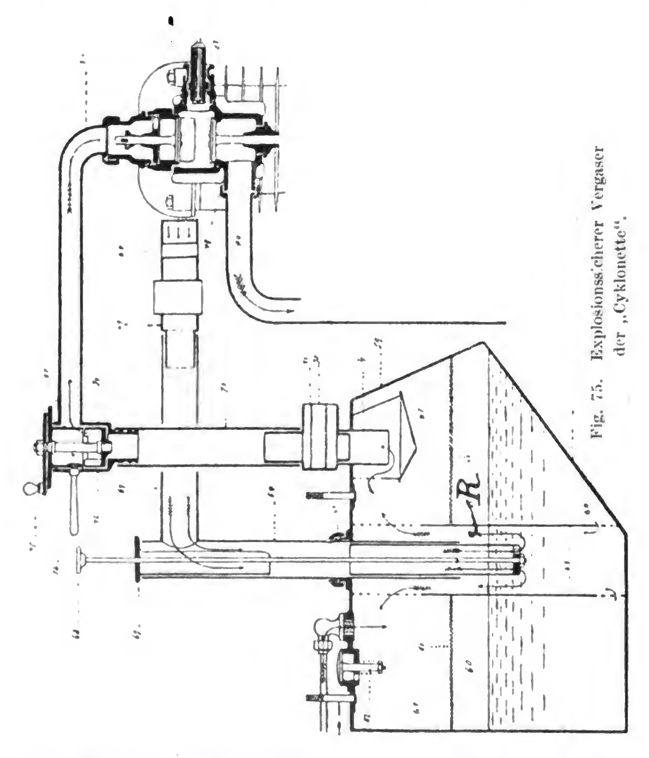


Fig. 75. Explosionssicherer Vergaser der „Cyklonette“.

das Benzin gesaugt wird, wodurch dieses brodelt und verdunstet, oder die Luft wird gezwungen, energisch über die ganze Oberfläche des Benzins hinwegzustreichen. Naturgemäß werden dabei alle leicht-

flüchtigen Bestandteile des Benzins zuerst verdunsten, das Benzin wird immer schwerer werden und daher auch mit der Zeit immer schwerer verdunsten, weshalb man meistens fortwährend am Gemisch herumregulieren muß. Einige Konstrukteure haben deshalb die Oberflächenvergaser ebenfalls mit einem konstanten Niveau versehen, indem sie das Prinzip der Sturzflasche zur Anwendung brachten. Diese Vergaser finden nur noch Anwendung bei Motorrädern, werden aber auch hier immer mehr verdrängt durch den Spritzvergaser, so daß sie in ganz kurzer Zeit nur noch einen geschichtlichen Wert haben.

18. Das Schmieröl.

Das Schmieröl ist von ganz bedeutendem Einfluß auf den guten Gang des Motors. Es soll einen hohen Entflammungspunkt haben und darf dabei nicht harzen, d. h. bei der Verbrennung keine Rückstände hinterlassen.

Man hat bisher dem Öl noch viel zu wenig Aufmerksamkeit gewidmet, und daher kommt es, daß man sehr oft Motorenzylinder findet, die innen vollständig mit einer dicken Kohlenkruste überzogen sind. Ebenso bedeckt sehr oft eine solche Kruste, von einigen Millimetern Stärke, den Kolbenboden, ja selbst ganze Kohlenstückchen sind nicht selten. Die Ölkohle isoliert den Zylinder gegen die nötige Wärmeabfuhr, er überhitzt sich, die Kraft des Motors läßt ganz bedeutend nach, oder es stellen sich Kompressionszündungen oder Selbstzündungen ein, weil die Kohle ins Glühen kommt.

Man achte stets darauf, vollkommen harzfreies Öl zu kaufen, und wenn man das Öl untersuchen will, nehme man einen sauberen Schmelzlöffel, fülle es mit dem Öl und lasse es im Feuer verbrennen, laut Angabe der Fahrzeugfabrik Eisenach. Ist das Öl gut, dann dürfen keine festen Rückstände übrig bleiben. Hat man dagegen über schlechte Leistung des Motors zu klagen und findet man, daß der Motor nach einiger Zeit hämmert, dann muß man den Zylinder gehörig reinigen und von der Ölkohlenkruste befreien, doch beachte man auch hier-

bei die anderen Ursachen, die das Hämmern herbeiführen können.

Hat man ein harzendes Öl benutzt, dann kleben gewöhnlich die Kolbenringe fest und dichten nicht mehr ordentlich ab, so daß eine Verminderung der Kraftleistung ebenfalls die Folge ist. Damit die Kolbenringe nicht so leicht kleben bleiben, ist es ratsam, von Zeit zu Zeit, namentlich vor dem Andrehen des Motors etwas Petroleum durch die Kompressionshähne in die Zylinder zu spritzen, wobei man sich einer kleinen Spritzölkanne bedient.

Der Benzinmotor verlangt viel Öl, aber man soll des Guten niemals zu viel tun und sich streng an die Vorschriften halten, die der Verkäufer des Automobils angibt. Das notwendigste Quantum, das ein Motor verlangt, kann man hier nicht angeben, da es sich ganz nach der Beschaffenheit des Motors richtet; der Automobilist lernt jedoch sehr bald die Ölvorrichtungen richtig zu gebrauchen.

Bei den neueren Automobilmotoren erfolgt die Ölung meistens vollkommen automatisch durch zwangläufig angetriebene Pumpen oder Schöpfwerke, während Handpumpen Notbehelfe sind, die im Interesse des Automobilismus verschwinden sollten.

---

19. Der Auspufftopf oder der Schalldämpfer.

In dem Augenblick, wo das Auspuffventil geöffnet wird, stehen die verbrannten Gase im Zylinder noch unter einem Druck von ca. 3 Atmosphären, und sie entweichen daher mit großer Gewalt ins Freie, wodurch ein sehr starkes Geräusch erzeugt wird, das unbedingt beseitigt werden muß, wenn man nicht Mensch und Tier scheu machen will. Hierzu dient der Auspufftopf.

Die austretenden Gase sind sehr heiß, denn sie verlassen als Stichflammen den Zylinder und bringen auch alsbald das obere Ende des Auspuffrohres in Rotglut. Da der Druck der Gase aber abhängig ist von der Differenz zwischen ihrer Anfangs- und Endtemperatur, so muß eine Abkühlung unbedingt eine Verringerung des Volumens zur Folge haben, und wenn man diese Abkühlung so weit treiben könnte, bis die Anfangstemperatur der Gase erreicht ist, dann würde man das Auspuffgeräusch nicht mehr wahrnehmen können. Mehr oder weniger wird eine solche Abkühlung durch die verschiedenen Konstruktionen der Auspufftöpfe bewirkt. Im Auspufftopf sollen sich die mit großer Gewalt einströmenden Gase zunächst beruhigen und dann abkühlen. Es ist deshalb notwendig, daß die Gase an dem freien Durchgang durch den Topf gehindert werden, und dieses geschieht in der Regel dadurch, daß man den Topf mit einigen Labyrinth-

gängen (Figur 76) versieht, die nacheinander passiert werden müssen. Die Gase haben dabei eine große Anzahl feiner Löcher zu passieren und treten meistens nach und nach in immer größer werdende Kammern, in welchen sie sich frei ausdehnen können. Die Wandungen des Topfes sind dem direkten Luftzuge ausgesetzt und daher gekühlt, und wenn die Gase ge-

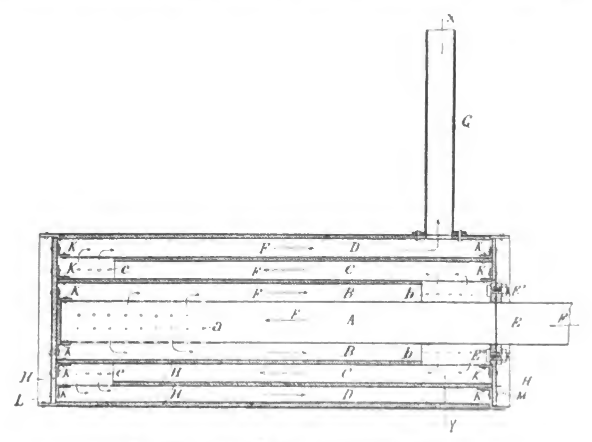


Fig. 76. Auspufftopf von Dion-Bouton.

nügend Zeit haben, im Topf zu verweilen, dann können sie sich in demselben bedeutend abkühlen und verdichten. Damit ist also gesagt, daß der Topf recht groß sein muß.

Kleine Töpfe, wie man sie noch sehr oft bei Motorrädern antrifft, sind falsch konstruiert, denn in ihnen wird dem Gas nicht genügend Zeit zum Verdichten gelassen, sondern man sucht das Auspuffgeräusch dadurch zu dämpfen, daß man die Gase beim Austritt

drosselt, wodurch man zwar ebenfalls das Geräusch mildert, aber auch gleichzeitig dem Motor einen hohen Prozentsatz seiner Kraft nimmt. Ein richtig konstruierter Auspufftopf soll mindestens das dreifache Zylindervolumen fassen können, doch empfiehlt es sich immer, wenn gehörig Platz vorhanden ist, wie bei einem Automobil, daß man den Topf so groß wie irgend möglich macht.

Wie wichtig diese Forderung ist, erkennt man am besten daran, daß die Auspufftöpfe in den beiden letzten Jahren ganz bedeutend an Umfang zugenommen haben, und daß man tatsächlich heute schon vollkommen geräuschlose Schalldämpfer besitzt.

Der bekannteste Auspufftopf ist in der Figur 76 abgebildet. Er wurde zuerst von Dion-Bouton benutzt und besteht aus einer Anzahl von Röhren aus Eisenblech, von verschiedenen Durchmessern. Diese Röhren sind an einem Ende durchlöchert und werden konzentrisch so angeordnet, daß die eintretenden Gase gezwungen sind, einen großen Weg zurückzulegen, was durch die Pfeile angedeutet ist. Das zentrale Gaszuführungsrohr hält durch zwei Deckel mit eingegossenen Rillen das ganze System zusammen. Die Löcher in den Blechröhren haben gewöhnlich einen Durchmesser von ca. 3—4 mm, und ihre Anzahl soll so groß sein, daß den Gasen kein merklicher Widerstand entgegengesetzt wird.

Statt der runden Löcher kann man noch besser feine rechteckige wählen, die man mit einem feinen Meißel so einschlägt, daß der Gasstrom dem sich bildenden Grad entgegen arbeitet. Man achte aber darauf, daß diese feinen, etwa 1 cm langen Schlitze

nicht weiter wie ca. 1 mm und recht zahlreich an einem Rohrende eingeschlagen werden.

Dieser Schalldämpfer ist inzwischen noch durch Ossant bedeutend verbessert worden, indem er ihn recht groß ausführte und innen mit Asbestpappe aus-

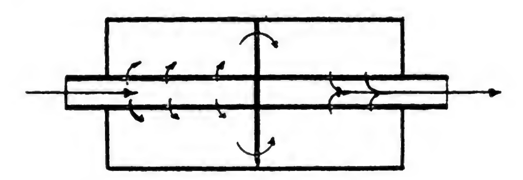


Fig. 77.

kleidete. Die Asbestpappe ist mit dem Blech vernietet und wird durch eine Überdeckung mit Drahtgaze vor dem Abbröckeln geschützt. Das Asbest nimmt dem Topf den scharfen Metallklang und ver-

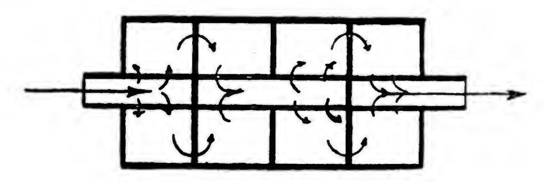


Fig. 78.

hütet die schnelle Abkühlung der Gase, die nach Ossants Ansicht das starke Geräusch hervorruft.

Sehr oft kommen Auspufftöpfe zur Anwendung, die nur aus einem weiten Rohr, das in der Mitte abgeteilt ist, und aus einem inneren Rohr bestehen. Ein solcher Topf ist in der Figur 77 abgebildet. Durch weiteres Einsetzen von zwei Scheidewänden entsteht

eine Verdopplung des Weges und ein Topf, wie er im Prinzip durch die Figur 78 (S. 165) dargestellt ist.

Sehr gut dämpft auch ein Topf, der aus einem einfachen weiten Rohr besteht, dem die Gase durch ein zentrales Gasrohr zugeführt werden, während einige lange und dünne Röhren die Gase ableiten, siehe Figur 79.

Andere Konstrukteure nehmen einfache Röhrentöpfe und füllen diese mit Drehspänen oder mit

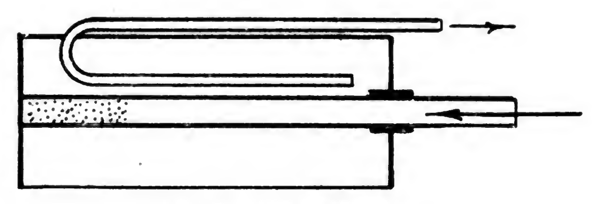


Fig. 79. Alter Oldsmobiltopf.

Bimsstein oder Koks, um ein Mittel zur Dämpfung des Schalles zu haben. Zu empfehlen ist aber dieser Schalldämpfer nicht, weil die poröse Füllung das Öl, das eventuell in den Topf kommt, aufsaugt und nachher wieder von sich gibt, wodurch die ganze Umgebung schmierig wird.

Selbst bei dem besten Auspufftopf soll man die einzelnen Explosionen noch gut hören können, denn ein Auspuff, der nicht stoßweise sondern langgezogen erscheint, deutet auf einen Fehler in der Konstruktion und auf schlechtes, zu langsam brennendes Gasgemisch. Bei Motoren, die stark das Öl nach oben werfen, kann es vorkommen, daß die feinen Löcher

in den Röhren des Topfes verstopfen, und dadurch wird eine Drosselung bewirkt, die vermieden werden soll. Man tut daher gut, bei solchen Motoren, wo der Auspufftopf wie in Öl gebadet erscheint, eine gründliche Reinigung vorzunehmen, achte aber ja darauf, daß die einzelnen Teile wieder in richtiger Reihenfolge zusammengesetzt werden.

20. Die Zündkerzen als Fehlerquellen.

Ruß und Ölkohle sind gute Leiter des hochgespannten Stromes, der an der Zündkerze überspringen und das Gasgemisch entflammen soll. Man muß deshalb dafür sorgen, daß solche Störenfriede ferngehalten werden, und dieses geschieht am besten und sichersten, wenn man sich genau nach den allgemeinen Vorschriften in den vorhergehenden Kapiteln richtet.

Man hat leider von Anfang an das Gewinde der Zündkerzen etwas schwach im Durchmesser gemacht und hat dafür große Isolationsschwierigkeiten eingetauscht, die nur vollständig beseitigt werden können, wenn man mit dem bisherigen System der Kerzenkonstruktion aufräumt. Dieses ist aber heute, wo Hunderttausende von Motoren in die Welt gesetzt worden sind, und wo der Automobilismus international geworden ist, nicht mehr möglich, und deshalb wird man auch genötigt sein, die Zündkerzen öfter zu untersuchen, ob sie den Funken auch an der richtigen Stelle, und zwar an den etwa ¾—1 mm voneinander entfernten Polenden überspringen lassen. Siehe Figur 80 bei *d*. Es würde hier zu weit führen, wollte man alle erdenklichen Zündkerzenkonstruktionen einer Besprechung unterziehen, und es genügt vollkommen, wenn man weiß, wo etwaige Fehler aufzufinden sind.

Bei der Betrachtung der verschiedenen Leitungsschema haben wir gesehen, daß von der Zündspule oder von dem Magnetapparat immer eine Verbindung zu dem Gußkörper, der Masse des Motors

führen muß, und während für die Akkumulatorenzündung dazu ein besonders abgezweigter Draht benutzt wird, übernimmt bei der Magnetzündung der Körper des Magnetapparates selber diese Zuleitung.

Diesen sogenannten Schluß können wir prüfen, wenn wir das Ende des Kerzenkabels dem Motor oder solchen Metallteilen, die mit ihm in leitender Verbindung stehen, bis auf wenige Millimeter nähern. Befindet sich der Motor oder die (Trembleur) Spule im Betriebe, dann werden wir den hochgespannten Strom überspringen sehen. Damit dieses Überspringen später

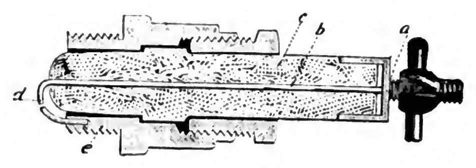


Fig. 80.

an der Zündkerze im geeigneten Moment stattfindet, ist bekanntlich der Motorunterbrecher vorhanden. Damit aber der Funken auch zum Überspringen an den Polenden der Kerze gezwungen wird, muß der eine Pol in letzterer isoliert angeordnet sein, und diese Isolierung wird in der Regel durch ein Porzellanrohr oder durch ein solches aus Speckstein, Steatit oder Glimmerscheiben bewirkt.

Die Kompression hat das Bestreben den Funken gewissermaßen in die Polenden der Kerze zurückzudrängen, und daher kommt es, daß in freier Luft eine Kerze, wenn sie mit ihrem Metallkörper auf den Motor gelegt wird, den Funken regelrecht überspringen lassen

kann, obwohl sie im Innern nicht mehr in Ordnung ist. So kann es z. B. vorkommen, daß durch mechanische Einflüsse, durch Stoß oder Schlag, oder auch durch die Wärme, das isolierende Rohr im Innern der Kerze entweder gebrochen ist oder einen Riß bekommen hat, ohne daß es möglich ist, durch Befühlen mit der Hand diesen Bruch festzustellen.

Das Isolierrohr hat meistens einen Durchmesser von ca. 12 mm, und es wird daher im ungünstigsten Falle immer noch zwischen dem zentralen Stift, der das Rohr durchdringt und der den isolierten Pol bildet, und der Wandung der Bohrung im Kerzenkörper ein Abstand von ca. 4—5 mm vorhanden sein. Sobald man die Kerze im Freien untersucht, wird der Funken regelrecht an den Polenden überspringen, weil der Widerstand durch die Luftschicht von 4—5 mm innerhalb der Kerze doch bedeutend größer ist, als der des höchstens 1 mm weiten Abstandes zwischen den Polenden. Schraubt man dagegen die Kerze in den Zylinderkopf, dann wird der Widerstand durch die Kompression an den Polen größer als im Innern der Kerze, und der Funken wird einfach dort überspringen. Eine Kontrolle, ob der Funken an freier Luft überspringt, bietet daher noch lange nicht die Garantie, daß die Kerze in Ordnung ist.

Wir haben ferner gesehen, daß bei Einstellung der Vorzündung die Entflammung des Gasgemisches schon weit vor dem oberen Totpunkte erfolgt, und wissen, daß in solchen Fällen die Kompression noch lange nicht ihre volle Höhe erreicht hat. Es ist aus diesem Grunde sehr leicht erklärlich, daß die Kerze bei Vorzündung noch sehr gut funktionieren kann, wenn sie

innen gesprungen ist, ihren Dienst aber einstellen muß, wenn die Zündung näher an dem Totpunkt stattfindet, weil dann die Kompression stärker ist. Hieraus folgt, daß nicht jede Kerze für einen bestimmten Motor geeignet sein kann; denn Motoren mit hoher Kompression werden immer höhere Anforderungen an die Isolation in der Kerze stellen.

Will ein Motor nicht mehr richtig funktionieren, dann ist immer der beste Rat, zuerst die Zündkerze auszuwechseln und erst dann, wenn hierdurch keine Besserung bewerkstelligt wird, weiter zu suchen, um den Fehler ausfindig zu machen.

Man hat heute tatsächlich Zündkerzen, die äußerst widerstandsfähig sind, aber bei der großen Empfindlichkeit des hochgespannten Stromes ist es unmöglich, eine vollständig zuverlässige zu konstruieren, die man etwa so behandeln könnte wie eine Schraubenmutter.

Wer seinen Motor lieb hat, wird ihn sowieso immer sehr sauber halten und auch die Zündkerze öfter reinigen. Dieses geschieht am besten mit Benzin, unter Benutzung einer Zahnbürste, mit der man alle Schmutzteile, namentlich vom Porzellan und den Polenden, entfernt. Mit einem Federmesser wird man dann noch die Polenden etwas abkratzen, und wenn man dafür sorgt, daß die Entfernung zwischen letzteren wieder richtig eingestellt ist, hat man alles getan, wozu man nach Lage der Sache imstande ist.

Bei Zündkerzen, die mit Magnetapparat arbeiten, sollen die Polenden nur ca. 0,4 mm voneinander entfernt sein, man würde also zwei aufeinander gelegte Postkarten noch eben dazwischen schieben können.

Man achte darauf, daß die Enden der Kerzenkabel nicht etwa ausgefusselt sind, wie es bei schlechter Montage immer noch beobachtet werden kann. Es kann vorkommen, daß einer dieser feinen Drahtfusseln, ohne daß man sie mit bloßem Auge wahrnimmt, mit dem Körper der Kerze in Berührung kommt, wodurch Kurzschluß herbeigeführt wird.

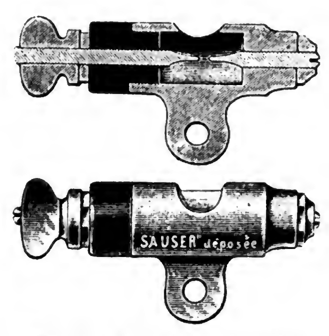


Fig. 81. Vorschaltfunkenstrecke.

Man vermeide es, eine Kerze auseinander zu nehmen, weil dadurch sehr leicht das Isolierrohr zerbrochen werden kann, wenn man nicht mit äußerster Vorsicht dabei verfährt.

Es gibt einige Motorenkonstruktionen, bei welchen die Gewinde, die zur Aufnahme der Kerzen dienen, länger sind als die Kerzengewinde. In solchen Fällen muß man recht lange Kerzen benutzen, damit der Funken direkt im Gasgemisch und nicht etwa innerhalb der Gewindebohrung überspringt. Eine kurze Kerze könnte mit ihrer Zündstelle in einem solchen Falle an einer Sackgasse liegen und eine

geringere Leistung des Motors wird sich bemerkbar machen.

Bemerkt man bei Benutzung einer anderen Kerzenkonstruktion ein Hämmern im Motor, das aber immer mit scharfem hartem Klang verbunden sein muß, dann ist dieses ein sicheres Zeichen, daß das Gasgemisch zu kräftig ist. Die neue Kerze erzeugt einen schärferen Funken von größerer Ausdehnung als die sonst benutzte. Abhilfe schafft man, indem man die Düsenöffnung des Vergasers etwas verengt, oder, wenn es noch möglich ist, die Zufuhr der Zusatzluft verstärkt.

Die wirksamste Zündstelle ist immer in der Nähe des Saugventiles, doch ist dieses keine feste Regel, weil besonders geformte Zylinderköpfe eine genaue Berücksichtigung der Zündstelle bedingen.

Schaltet man vor die Kerze eine Funkenstrecke, die aber nach Figur 81 den Funken zwecks Verhütung von Feuersgefahr unter Glas überspringen lassen muß, dann wird man weniger über Zündungsaussetzer zu klagen haben.

21. Die Ventile.

Wie bekannt haben die Ventile den Zweck, die Gase eintreten oder aus dem Zylinder passieren zu lassen, und je nach ihrer Funktion unterscheiden wir Saugventile und Auslaßventile. Die Saugventile zerfallen in zwei verschiedene Gruppen und zwar in automatische und in gesteuerte Ventile.

Die automatischen Ventile werden in der Regel als hängende Ventile ausgebildet, d. h. der Kopf des Ventils befindet sich nach unten gerichtet. Siehe Figur 82. Solche Ventile müssen sich während der Ansaugperiode selbsttätig, also automatisch, öffnen und sich ebenso nach beendigter Saugperiode schließen. Dieser Ventilschluß wird durch eine Spiralfeder bewirkt. Die Spiralfeder soll so stark sein, daß sie auf das komplette Ventil inklusive Splint und Scheibe einen Zug von der Größe des 20fachen Ventilgewichtes ausübt. Dieses kann man wie folgt feststellen.

Die automatischen Ventile haben gewöhnlich einen begrenzten Hub von 3—4 m Länge, die abgepaßte Feder, die eng gewunden ist, muß sich daher, wenn sie mit dem 20fachen Ventilgewicht belastet wird, um 3—4 mm zusammendrücken, im ungedrückten Zustande aber noch genügende Spannung besitzen, um das Ventil dicht auf seinen Sitz zu ziehen. Bei kleinen Ventilen kann man den Federdruck sehr gut mittels einer Briefwage feststellen, indem man den letzten Federgang auf die Breitseite eines Lineals festbindet, die Höhe der Feder mißt und das andere Federende

auf die Schale der Wage hält. Man drückt dann die Feder zusammen und beobachtet dabei das Zusammen-

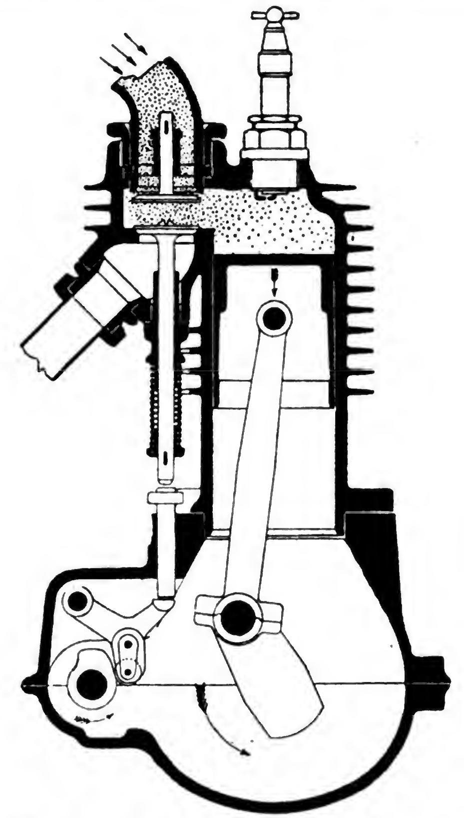


Fig. 82. Schnitt durch einen kleinen F.-N.-Zylinder.

drücken und gleichzeitig die Skala der Wage. Ähnlich verfährt man bei größeren Ventilfedern, wobei man

aber eine Gewichtswage benutzen muß. In den Fabriken werden die Federn gewöhnlich zwischen zwei Hebeln geprüft, oder man bedient sich dazu besonders abgepaßter Belastungsgewichte.

Solche automatische Ventile werden sich natürlich erst öffnen können, wenn während der Saugperiode im Zylinder ein Unterdruck herrscht, der so stark auf die Ventiloberfläche wirkt, daß er die Federspannung überwindet; das Ventil wird sich also erst öffnen, nachdem der Kolben ein Stück seines Weges nach unten zurückgelegt hat. Dieses ist aber aus Gründen, die hier nicht weiter berührt werden sollen, ein direktes Erfordernis. Sobald der Motor aber auf seine Tourenzahl kommt, wird das Beharrungsvermögen des Ventils in Wirkung treten, und das Ventil wird sich erst schließen, wenn der Kolben schon ein Stück seines Weges nach oben zurückgelegt hat, aber auch dieser scheinbare Übelstand ist für den guten Gang des Motors erforderlich.

Aus diesen Gründen ist daher ein Motor, der mit automatischen Saugventilen ausgerüstet ist, gegen einen solchen mit gesteuerten Ventilen noch nicht im Nachteil, da dasselbe, was man hier als Nachteil bezeichnen könnte, sich automatisch regelt, während es beim gesteuerten Ventil mechanisch herbeigeführt wird.

Das automatische Ventil bringt aber andere Übelstände mit sich, die hauptsächlich die Veranlassungen waren, daß man größtenteils zu den gesteuerten Ventilen übergegangen ist.

Damit das Ventil sich schnell wieder schließen kann ist es notwendig, daß sein Gewicht nur sehr gering ist,

und daher werden Kegel und Schaft nur sehr schwach ausfallen. Es sind deshalb Brüche von solchen Ventilen an der Tagesordnung, und es kommt oft vor, daß der Schaft dort, wo der Splint eingeführt ist, glatt abreißt. Ferner kommt es oft vor, daß sich Öl zwischen die Dichtungsflächen und die Schaftführung setzt und hier zu einer klebrigen Masse verdickt. Die Folgen sind, daß das Ventil hängen bleibt, sich schwer öffnet und schließt, und dadurch eine Minderleistung des Motors herbeiführt.

Man wird deshalb gut tun, automatische Ventile immer recht eingehend zu untersuchen und zu reinigen. Sehr oft sind deshalb auch solche Ventile mit einer Einrichtung versehen, die es gestattet, durch eine kleine Öffnung in der Ventilhaube etwas Petroleum einzuspritzen.

Ist eine Feder zu schlapp geworden, was mit der Zeit vorkommen kann, dann soll man sofort eine neue Feder einsetzen, die man von der betreffenden Fabrik, aus der der Motor stammt, beziehen kann, denn eine zu schwache Feder läßt den größten Teil der angesaugten Gase wieder am Ventilsitz vorbei zurückströmen. Für kleine und schnelllaufende Motoren ist das automatische Ventil immer vorzuziehen.

Bei Motoren mit gesteuerten Saugventilen sind, abgesehen von den hängenden Ventilen mit Stangensteuerung, Saugventil und Auspuffventil gleich dimensioniert, und auch die Federn haben gleiche Spannung, damit man nicht zweierlei Reserveteile nötig hat. Bei den gesteuerten Saugventilen ist natürlich die Federspannung nicht begrenzt, weil man die Arbeit des Anhebens dem Nocken der Steuerwelle überläßt. Die

Spannung solcher Federn ist sehr verschieden und richtet sich ganz danach, mit welcher günstigsten Tourenzahl der Motor laufen soll, man geht jedoch selten über das Dreißigfache des Ventilgewichtes hinaus, und nur solche Motoren mit hoher Strömungsgeschwindigkeit im Gasrohr erhalten besonders kräftige Auspuffventilfedern, um ein Zurückziehen verbrannter Gase durch das Auspuffventil, daß dabei beginnt automatisch zu wirken, zu verhüten.

Die Auspuffventile besitzen in der Regel die doppelte Hubhöhe der Saugventile, und da sie nach zirka $^7/_8$ des Kolbenhubes, also innerhalb des letzten Achtels der Arbeitsperiode, angehoben werden, so geraten sie alsbald durch die vorbeistreichenden glühenden Gase in den Zustand der schwachen Rotglut, weshalb sie, wenn sie aus ungeeignetem Material bestehen, sehr leicht verbrennen, abzundern und undicht werden. Solche, anfangs noch kleine Undichtigkeiten, führen alsbald größere Undichtigkeiten nach sich, und wenn man nicht rechtzeitig die Ventile nachschleift kann es (bei mehrzylindrigen Motoren, bei denen ein nicht richtig arbeitender Kolben immer noch mit durchgezogen wird) dahin kommen, daß Ventilkopf und Ventilsitz vollkommen ausbrennen, so daß der Laie überhaupt mit Einschleifen nichts mehr erreichen kann. Man muß deshalb von Zeit zu Zeit untersuchen, ob die Ventile noch gut abdichten, was man ja am Kompressionsverlust des betreffenden Zylinders sehr leicht erkennen kann.

Will man die Ventile nachschleifen, dann müssen diese zunächst vollständig herausgenommen werden. Alsdann deckt man alles, was unter dem Ventil-

stößel liegt, vorsichtig mittels Lappen ab, damit nichts von dem Schleifmittel an arbeitende Motorenteile kommt, und verstopft den Kanal, der Ventilkammer und Explosionsraum verbindet, ebenfalls mit einem reinen Lappen, damit kein Körnchen in den Zylinder gelangen kann. Noch besser ist es, wenn man den betreffenden Zylinder vollkommen vom Motorengehäuse abnimmt.

Zum Einschleifen der Ventile gibt es verschiedene Mittel, von denen Schmirgel für den Laien das gefährlichste ist. Kommt nämlich nur ein Körnchen davon in den Zylinder, dann ist er in ganz kurzer Zeit ruiniert. Man soll deshalb Schmirgel nur dann anwenden, wenn man in der Lage ist, den Zylinder losnehmen zu können. Einfache Schleifungen nimmt man vorteilhaft mittels gestoßenem Glas vor. Solches Glaspulver kann man sich selbst herstellen, indem man etwas Fenster- oder Flaschenglas vorsichtig mit einem Hammer auf einem festen Stein zerdrückt und zu einem

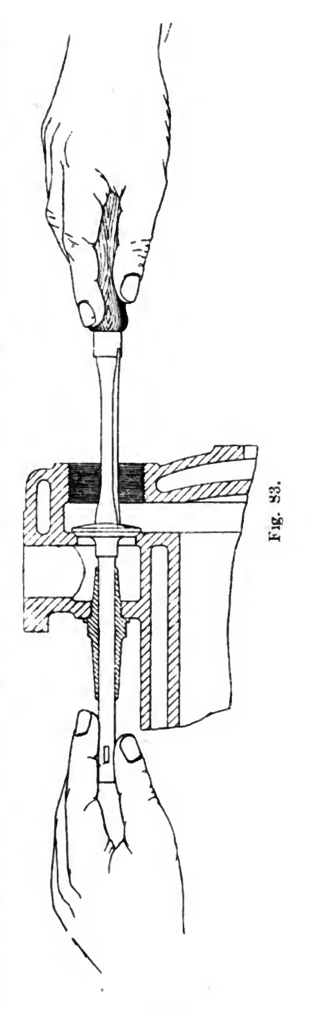


Fig. 83.

Pulver reibt, daß es so fein wie Sand wird. Dieses reibt man dann in einer kleinen Schachtel mit Öl zu einem dicken Brei an und beschmiert damit den Ventilsitz. Um das Einschleifen bequem vornehmen zu können, besitzt jedes Ventil entweder einen Schlitz im Kopf, in den man einen breiten Schraubenzieher setzen kann, oder noch besser, eine Bohrung, die mit einem etwa ¼″ Gewinde versehen ist, in welches man einen passenden Schlüssel schraubt, der jedem Motor beigegeben werden sollte. Man setzt den Schraubenzieher in den Schlitz Figur 83 oder den Schlüssel in das Gewinde und führt den Ventilschaft durch die Führung, wobei man das Ende des Schaftes mit der linken Hand packt und drückt anfangs nur ganz schwach auf das Ventil, damit sich die Schleifmasse nicht gleich zur Seite quetscht. Mit der rechten Hand macht man dann eine drehende Bewegung und hebt mit der linken von unten immer den Ventilschaft etwas an, ungefähr so, daß man in der Richtung von links nach rechts das Ventil auf den Sitz drückt und beim Zurückdrehen von unten anhebt.

Von Zeit zu Zeit wird man neues Schleifpulver an den Ventilkopf geben und das Schleifen so lange fortsetzen, bis die Sitzflächen sauber geschliffen sind und keine schwarzen Stellen mehr erkennen lassen. Man drehe niemals das Ventil auf einer Stelle hin und her, sondern verändere stetig die Richtung des Schraubenziehers, respektive des Schlüssels, damit alle Stellen des Ventilkopfes mit allen Stellen des Sitzes in Berührung kommen, weil man sonst den Sitz oval schleifen könnte.

Wer bereits im Schleifen einige Übung besitzt und

mit der nötigen Gewissenhaftigkeit vorgeht, kann auch Schmirgel nehmen, den man in der Körnung von der Feinheit weißen Sandes kauft. Ein anderes sehr zu empfehlendes Mittel ist das sogenannte Diamantschleifpulver.

Nachdem man mit dem Schleifen fertig ist, wischt man mit einem sauberen Lappen den Sitz am Zylinder aus, reinigt das Ventil und entfernt den Lappen vorsichtig aus dem Kanal, worauf man mit einem in Benzin getauchten Lappen sorgfältig nachputzt. Man vergesse niemals, daß der Motor die Seele des Automobils ist und daß sich kleine Unterlassungssünden mitunter sehr strenge rächen, und mache sich in jeder Beziehung die größte Sauberkeit zur Pflicht.

Nachdem man nun noch die Ventilführung gereinigt hat, indem man einen Lappenstreifen hindurchgezogen, kann man das Ventil wieder einsetzen. Man achte darauf, daß man den Splint wieder richtig einführt, damit er sich nicht etwa selbsttätig wieder lösen kann, wenn der Motor im Betriebe ist.

Die Verschlüsse über den Ventilen müssen wieder recht fest angezogen werden, und wenn solche als Gewindestopfen ausgebildet sind, empfiehlt es sich, etwas Öl an das Gewinde zu geben. Hat sich das Gewinde festgesetzt, dann wende man nicht etwa Hammer und Meißel an, sondern versuche etwas Petroleum zwischen das Gewinde zu geben und lasse den Motor warm laufen, worauf man den Verschluß ordnungsmäßig herausschrauben kann. Alle Muttern am Motor besitzen rechtes Gewinde, werden also angezogen, wenn man in der Richtung des Uhrzeigers dreht und umgekehrt gelöst.

Wenn das Ventil vollkommen geschlossen ist, soll zwischen dem Ende des Ventilschaftes und dem Stößel ein Zwischenraum von ca. $\frac{1}{2}$ mm sein, mindestens muß man aber eine Visitenkarte noch glatt dazwischen stecken können. Ist der Abstand geringer, dann kann es vorkommen, daß das Ventil, wenn es im Betriebe heiß geworden ist, nicht mehr ganz abdichtet, weil es sich ausdehnt. Das Ende des Ventilschaftes soll gehärtet sein, und deshalb wird man mit einer Feile selten etwas abnehmen können, wenn der Abstand zu gering geworden ist, und man muß abschleifen. Man vergesse nicht, die scharfe Kante zu brechen, weil die weichen Enden der Ventilschäfte sehr leicht Grad ansetzen und breit gedrückt werden, wodurch es später schwierig wird, das Ventil durch die Führung zu bekommen.

Es kommt vor, daß der Splint sich mit der Zeit nicht mehr so leicht aus dem Schlitz des Schaftes entfernen läßt oder nur von einer Seite eingeführt werden kann. Bemerkt man diesen Übelstand, dann soll man sofort mittels der Feile Abhilfe schaffen und nicht versuchen, den Splint mit Gewalt einzutreiben; es könnte später einmal der Moment kommen, wo man unter besonders ungünstigen Umständen den Splint wieder entfernen möchte und hat dann doppelte Arbeit.

Durch schlechte Behandlung oder falsche Konstruktion der Stößel kann es vorkommen, daß sich die Ventilschäfte verbiegen und krumm werden. Dadurch neigen die Ventile, namentlich wenn sie warm geworden sind, zum Klemmen, und der Motor verliert seine Kraft. Man entfernt die Feder und dreht das

Ventil mit der Hand in der Führung einige Male herum und wird dabei bemerken, nach welcher Seite der Schaft zurückgebogen werden muß. In der Regel kann man dieses schon mit einem leichten Hammerschlag erreichen, den man gegen das Schaftende gibt, welches sich bei der Drehung uns entgegen bewegt. Ist dagegen die Durchbiegung stärker, dann muß man das Ventil entfernen und auf der Drehbank ausrichten lassen. Die Ventilführung soll niemals so eng sein, daß sie nur den Schaft eben durchläßt, sondern der Schaft soll immer etwas Luft haben, damit er sich nicht so leicht klemmt. Man achte hierauf beim Einpassen neuer Ventile und helfe, wo es notwendig ist, mit der Feile nach. Eine etwas weitere Führung gestattet dem Ventilkopf, sich gut in den Sitz zu legen und gewährt daher immer eine gute Abdichtung.

Ein Ventil, das aus Kopf und Schaft, also aus zwei Teilen zusammengesetzt ist, besitzt nicht die Haltbarkeit wie ein solches, das aus einem Stück besteht.

Die Frage, wann die Ventile sich öffnen und schließen sollen, ist nur dann genau zu beantworten, wenn man den betreffenden Motor kennt und seine Tourenzahl und die Ventilquerschnitte berücksichtigen kann, wozu dann noch bei Mehrzylindern die Anordnung des Gasrohres kommt. Näheres hierüber siehe in „Berechnung, Konstruktion und Fabrikation von Automobilmotoren“ von Ingenieur Lehmbeck und Ingenieur Isendahl, Verlag Richard Carl Schmidt & Co., 1907.

Der Hub der Ventile ist sehr verschieden groß und richtet sich ganz nach dem Verhältnis ihres Durch-

messers zur Zylinderbohrung respektive nach der Strömungsgeschwindigkeit. Automatische Saugventile sind meistens sehr groß im Durchmesser und besitzen einen Hub von 3—4 mm, weshalb bei ihnen ein fester Anschlag vorgesehen sein muß. Gesteuerte Saugventile sind mit stärkeren Federn versehen und können deshalb auch einen größeren Hub besitzen, wenn man geringere Ansaugwiderstände haben will, doch geht man mit dem Hub selten über 7—8 mm, während der Hub des Auspuffventiles 9—10 mm beträgt.

Wie bereits oben erwähnt, kann man, ohne die Konstruktion des Motors zu kennen, niemals genau angeben, wie die Ventilverhältnisse sein müssen. Diese müssen vielmehr mühsam durch lange Versuche festgestellt werden, wodurch bekanntlich die Fabrikation sehr verteuert wird. Man wolle aus obigen Darstellungen aber ersehen, daß es nicht etwa ein Fehler in der Justierung ist, wie gewöhnlich angenommen wird, wenn die Ventile eines Motors sich niemals gleichmäßig öffnen und schließen.

In einigen Fällen benutzt man die Ventile gleichzeitig dazu, um den Gang des Motors zu regulieren, indem man ihren Hub verändert. Dadurch wird dem Laien demonstriert, daß ein geringerer Hub des Saugventiles die Kraft des Motors vermindert.

Bei solchen Motoren erreicht man dasselbe, was man einfacher mit der Drosselklappe, die sich im Gasrohr befindet, bewirkt.

Eine andere Regulierungsmethode wendet man bei Benzinmotoren an, indem man den Zeitpunkt der Öffnung des Auspuffventiles verändert, derart, daß man

das Ventil erst nach dem unteren Totpunkt öffnen läßt. Der Auspuff wird dadurch ruhiger, die Tourenzahl des Motors geht schnell herunter, und der Motor äußert weniger Kraft. Ökonomischer ist aber stets die Benutzung der Drossel.

Automatisch wirkende Zentrifugalregulatoren, siehe Figur 2, werden heute nur noch selten angewandt. Sie bewirken durch die Fliehkraft der rotierenden

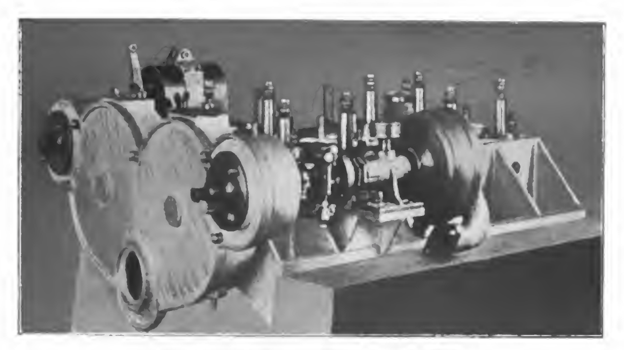


Fig. 84. Unterteil des Stoewer-Motors.

Gewichthebel eine Schließung der Drosselklappe bei steigender Tourenzahl.

Wie man aus obigen Beispielen ersehen kann, soll man sehr darauf achten, daß die Ventile rechtzeitig geöffnet und geschlossen werden, weil davon ganz wesentlich die Kraftleistung abhängt. Besitzt man einen Motor, bei welchem der Abstand zwischen Stößel und Ventilschaft anscheinend etwas zu groß ist (bei den Motoren von de Dion-Bouton beträgt der Abstand von Anfang an ca. 4 mm), so ist es ratsam einen kleinen Versuch zu machen, um feststellen zu können,

ob das Ventil richtig justiert ist. Es sei hierbei darauf aufmerksam gemacht, daß namentlich bei Fahrradmotoren der Ventilstößel einer größeren Abnutzung unterworfen ist. Man läßt den Motor laufen und schiebt dabei zwischen Stößel und Ventilschaft ein Stück Blech oder eine Messerschneide. Läuft der Motor dabei schneller als vorher, so ist der Beweis erbracht, daß eine Abnutzung stattgefunden hat. Ab-

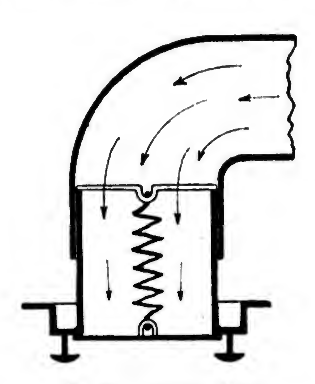


Fig. 85. Turicum-Ventil.

hilfe schafft man, wenn man den Ventilschaft oder die Spindel vorsichtig etwas streckt, indem man sie auf ihrer ganzen Länge vorsichtig auf einer eisernen Unterlage (Ambos) hämmert, oder man bringt auf dem Kopf des Stößels eine kleine Kappe an, die man aus einem quadratischen Blechstückchen herstellt, dessen Ecken man rechtwinklig umbiegt, so daß diese Ecken fest am Stößel liegen. Bei guten mehrzylindrigen Motoren ist der Stößelkopf stets mit einer Nachstellvorrichtung versehen, die man aber immer wieder gut

durch die Nachstell- oder Kontremutter anziehen soll, damit sie sich im Betriebe nicht von selbst lösen kann, Figur 84 (S. 185).

Ein originelles Saugventil, das nur eine ganz geringe Masse besitzt, ist das des „Turicum“-Motors. Dasselbe besteht aus einer dünnen Stahlplatte, die an einer Feder hängt, während der Anschlag durch vier Schrauben, die im Ventilkörper sitzen und am Rand des Tellers angreifen, gebildet wird, Figur 85. Die Zuverlässigkeit des automatischen Ventils ist dadurch ganz bedeutend vergrößert worden.

22. Die Kolbenringe.

Die Kolbenringe sind aus hartem Gußeisen gedreht und haben den Zweck, den dichten Abschluß des Kolbens, der etwas kleiner als die Zylinderbohrung gehalten ist, damit er sich durch die durch die Wärme hervorgerufene Ausdehnung nicht festklemmt, herbeizuführen. Sie sollen sich sanft federnd an die Zylinderwand legen und sind deshalb exzentrisch gedreht und besitzen im ungespannten Zustande einen Durchmesser, der ungefähr 2—3 mm größer ist als der Kolbendurchmesser. Um keine Reibungsverluste zu bekommen, oder diese doch so gering wie irgend möglich zu gestalten, muß der Zylinder auf der Rundschleifmaschine ausgeschliffen sein, und auch der Kolben und die Kolbenringe müssen glatte Oberflächen haben. Der größte Fehler, den man machen kann, ist der, wenn man Kolben und Ringe mit Schmirgel oder einer anderen Schleifmasse im Zylinder einschleifen würde. Es gibt kein Mittel, um Überreste der Schleifmasse aus den feinen Gußporen wieder entfernen zu können, und der Motor würde sehr bald vollständig unbrauchbar werden. Die reibenden Oberflächen von Zylinder, Kolben und Kolbenringen sollen blank sein; sind sie grau, dann hat man den Beweis, daß ein Schleifmittel angewandt wurde, und wenn ein solcher Motor aus einer größeren Fabrik stammen sollte, so ist es ein sicheres Zeichen, daß die Fabrikation nicht auf der Höhe ist.

Entsprechend ihrem größeren Durchmesser besitzen die Ringe einen Schlitz, der sich an der dünnsten Stelle befindet und der so weit ist, daß die Schnittfugen, wenn der Ring sich an die Zylinderwand legt, nahezu schließen. Der Schluß darf nicht ganz genau sein, weil der Ring sich durch die Hitze ausdehnt und dann klemmen könnte. Bei größeren Motoren wendet man meistens noch in den Ringnuten kleine Stifte an, die das Wandern der Ringe verhüten sollen. Diese Stifte sind gegeneinander in den Ringnuten versetzt, damit sich der Druck der Ringe gleichmäßig verteilt, und man wird deshalb bei 3 Ringen den Kolbenumfang in 3 Teile, bei 4 in 4 und bei 5 in 5 Teile zu teilen haben.

Die Stirnflächen der Ringe sollen genau rechtwinklig sein und müssen ebenfalls in den Ringnuten abdichten. Sie müssen daher glatt in die glatten Nuten passen und sich leicht drehen lassen, ohne dabei zu wackeln. Man darf nie vergessen, daß vom guten Abschluß des Kolbens, also direkt von den Kolbenringen, die Höhe der Kompression abhängig ist, und deshalb muß man den Kolbenringen die größte Aufmerksamkeit widmen.

Es kommt oft vor, daß sich die Kolbenringe verschmutzen, indem das Öl, das am Kolben vorbei in den Explosionsraum wandert, in den Nuten verdickt oder gar verbrennt, und durch die feste Borke, die sich dadurch bildet, können die Ringe in ihrer Bewegungsfreiheit gehemmt werden. Sie federn nicht mehr, sie klemmen oder kleben fest in den Nuten, und eine Folge davon ist, daß der Motor wohl noch läuft, aber bedeutend weniger Kraft äußert als an-

fangs, wo noch alles sauber war. Es empfiehlt sich, vor jedesmaliger Inbetriebsetzung einige Tropfen Petroleum in den Zylinder zu geben, damit sich die Ringe lösen können; ein anderes Mittel besitzt man nicht, um die Ringe von außen beeinflussen zu können.

Man betrachtet es in der Regel als ganz selbstverständlich, daß jede Maschine, die im Gebrauch ist, regelmäßig gereinigt werden muß, nur beim Benzinmotor des Automobils scheint man der Ansicht zu sein, sei eine solche Reinigung nicht nötig, weshalb, das weiß man nicht. — Jedenfalls scheut man sich vor der Arbeit. Wie eine Kochmaschine und der dazu gehörende Schornstein aussehen würde, wenn nicht von Zeit zu Zeit der Schornsteinfeger oder der Kaminkehrer kommen würde, das kann man sich noch einigermaßen vorstellen, daß aber beim Benzinmotor, d. h. im Zylinderkopf und im Auspuffrohr und Auspufftopf mit der Zeit ähnliche Zustände eintreten können, daran denkt man nicht.

Man sollte mindestens alle 10 000 km eine gründliche Reinigung vornehmen und wird durch die Erfolge, welche man durch den guten Lauf des Motors erringt, reichlich für die aufgewandte Arbeit entschädigt. Bei der Gelegenheit wird man die Kolbenringe ganz genau untersuchen und gangbar machen.

Man entfernt die Ringe vom Kolben, indem man unter das eine Ende ein Blechstückchen schiebt und mit diesem zunächst einmal ganz um den Kolben herum unter den Ring fährt, damit er sich frei bewegen kann. Nachdem dieses geschehen, schiebt man zwei weitere Blechstreifen unter den Ring, derart verteilt, daß der Ring an keiner Stelle mehr von der Nute

gefaßt wird, und man kann ihn dann sehr leicht abziehen. Das Aufstreifen macht man ähnlich, nur bringt man den untersten Ring zuerst in seine Nute. Die abgenommenen Ringe müssen numeriert werden, damit sie wieder an die richtige Stelle kommen.

Mit einem Blechstreifen oder einem Messer wird man die Ringnuten sauber kratzen und jede Spur von Ölkohle entfernen. Es empfiehlt sich, immer einige Kolbenringe in Reserve zu haben und es ist gut, wenn diese von der Fabrik gleich eingepaßt geliefert werden.

23. Die große Reinigung und die Untersuchung des Motors.

Die Notwendigkeit einer recht häufigen und gründlichen Reinigung des Motors wurde bereits im vorhergehenden Kapitel begründet, es soll deshalb in diesem Kapitel erklärt werden, wie man eine gründliche Reinigung und Revision des Motors am zweckmäßigsten vornimmt, da ein systematisches Vorgehen schon aus dem Grunde, weil man nachher doch den Motor auch wieder richtig zusammensetzen soll, absolut notwendig ist.

Zunächst entfernt man die Haube, wenn es sich um einen Automobilmotor handelt, und nimmt vorsichtig sämtliche Kabel und Leitungsdrähte nacheinander los, wobei man dort, wo Verwechselungen (infolge unvollkommener Montage) vorkommen können, an jedes Kabelende einen festen Zettel hängt, auf dem man vermerkt, wo dieses betreffende Kabel angeschlossen werden soll. Alsdann entfernt man die Gasleitung und den Vergaser.

Mit einem Handfeger wird man nun allen groben Staub sauber entfernen und mit einem Lappen nachhelfen, wobei man auch sehr gut eine kräftige Stielbürste gebrauchen kann.

Damit man alle Teile, die zu einem Zylinder gehören, gut beieinander hat, ist es ratsam, für jeden Zylinder eine kleine Kiste zu nehmen, die man mit sauberem Papier auslegt. Ebenso braucht man einen Tisch, der mit sauberem Packpapier belegt ist. Über-

haupt ist für alle Teile des Motors ein absolut staubfreies Plätzchen zu reservieren.

Die feine Reinigung wird mit Petroleum vorgenommen, wovon man je nach Größe des Motors ein mehr oder weniger großes Quantum braucht. Ferner muß man einige saubere Gefäße haben, in die man solche Teile legen kann, von welchen der Schmutz durch Einlegen in Petroleum gelöst werden soll, und man mache es sich zur Pflicht, jedes einzelne Stück sofort nach dem Abnehmen vom Zylinder zu reinigen und lege alles, was zusammen gehört, möglichst noch durch Einkratzen von gleichen Zahlen als zusammengehörig gezeichnet, an den für den betreffenden Zylinder reservierten Platz. Bei Motoren mit Wasserkühlung wird man natürlich mit dem Lösen der Wasserleitungsröhren zuerst beginnen, nachdem man das alte Wasser vorher abgelassen hat. Es empfiehlt sich, auch vorher noch den Kühler abzunehmen, ehe man sich an die Ventile macht.

Nachdem die Ventile entfernt sind, wendet man sich der Zündung zu, doch kann die Reihenfolge auch ebensogut eine umgekehrte sein. Bei Motoren mit Magnet-Abreißzündung ist es besser, einen tüchtigen Fachmann zu Rate zu ziehen, d. h. die Reinigung einer erstklassigen Reparaturwerkstatt zu übertragen, von der man aber die Gewißheit besitzt, daß dort auch mit der nötigen Vorsicht und Gewissenhaftigkeit gearbeitet wird. Man lasse sich niemals durch anscheinend zu hohe Preisforderung abschrecken und bedenke immer, daß Sparen am falschen Ort die größten Schäden verursachen kann. Ein guter Rat ist der, erst verschiedene Reparaturwerkstätten zu

besichtigen und nur einer solchen die Arbeit zu übertragen, in der es sauber und geordnet aussieht. Man hat leider noch heute Reparaturwerkstätten, in denen es aussieht wie in einer Rumpelkammer, und wer mit seinem Automobil in eine solche gerät, kann sich nur gleichzeitig nach einem neuen Wagen umsehen. Es ist einfach unerhört, mit welchen unzureichenden Mitteln manche Reparaturwerkstätten betrieben werden, und es sind Fälle genug vorhanden, wo ein Wagen, der einmal in Reparatur war, überhaupt nicht mehr aus der Reparatur kommt. Hoffentlich wird die Zeit auch mit dieser „Industrie“ einmal ganz gehörig aufräumen, das kann aber nur dann der Fall sein, wenn man nur einer gut geleiteten Werkstatt seine Arbeiten überträgt und sich nicht danach richtet, wer eine Arbeit am billigsten macht. Kann man dagegen die Reinigung selbst vornehmen, so ist das entschieden vorzuziehen, man hat dabei gleichzeitig die Gelegenheit, sich mit der Mechanik des Motors vertraut zu machen, ein Vorzug, der schon einige Schweißtropfen wert ist.

Erst nachdem alle Einzelteile des Motors entfernt sind, kann man sich an die Abnahme der Zylinder machen, doch ist vorher noch unbedingt eine recht eingehende Reinigung nötig, die man mit Petroleum, Bürste und Lappen vornimmt, damit nachher keine Staub- oder Schmutzteile in das Kurbelgehäuse fallen.

Dort, wo der Zylinderflansch mit dem Gehäuse scharfe Ecken bildet, wird man mit einem Messer oder mit einem sonstigen scharfen Gegenstand den Schmutz fortnehmen, und selbst dann, wenn man die Muttern von den Bolzen genommen hat, muß man noch ein-

mal gründlich die Umgebung derselben reinigen, denn es ist nicht immer gesagt, daß man auch das Kurbelgehäuse auseinander nehmen muß.

Ist dieses nämlich nicht durchaus notwendig, dann wird man sich die größte Arbeit sparen können, ohne sich einen Vorwurf machen zu müssen.

Einen einzelnen Zylinder wird man sehr leicht selbst abnehmen können, doch macht das Abnehmen von zwei zusammengegossenen Zylindern schon eine Hilfskraft erforderlich. In letzterem Falle muß man die Zylinder sehr vorsichtig anheben und eventuell etwas an der Kurbel drehen, damit die Kolben nachhelfen. Es ist dringend zu empfehlen, einige parallele Holzstücke zur Hand zu haben, die man, nachdem die Zylinder angehoben sind, zwischen Flansch und Gehäuse schiebt, aber so, daß die Kolben nicht berührt werden. Gehen die Kolben zu stramm im Zylinder, dann macht man sie vorher durch Eingießen von etwas Petroleum gangbar, wobei man die Kurbel dreht.

Man achte darauf, daß der Zylinder beim Abnehmen nicht gekippt wird und sucht, bevor man ihn ganz abzieht, die Kolben zu unterstützen, damit ihre unteren Ränder nicht plötzlich gegen die Pleuelstangen schlagen, wodurch sie ausbrechen würden. Zieht man nämlich den Zylinder unvorsichtig ab, ohne den Kolben zu unterstützen, dann fällt dieser auf die eine Seite, die Pleuelstange schlägt gegen das Kurbelgehäuse, und der Kolben bekommt einen harten Schlag, der sehr schädlich werden kann, weil man die Kolben aus praktischen Gründen so leicht wie irgend möglich halten muß.

Bei Zylindern mit Wasserkühlung wird man zunächst den Wassermantel selbst ganz gehörig mit Wasser im Innern reinigen, damit aller Rost und Schlamm entfernt wird. Alsdann wird man die Anschlußenden der Wasserröhren durch Korke verstopfen und an die Reinigung des Innern gehen. Der Zylinderkopf wird in der Regel vollkommen mit einer festen Kruste von Ölkohle überzogen sein, und diese muß man, nachdem sie etwas mit Petroleum aufgeweicht wurde, mit einem scharfen Gegenstand beseitigen, bis das reine Metall, also das Gußeisen, wieder bloßgelegt ist. Ebenso verfährt man mit den Kanälen, die zu den Ventilen führen, und mit den Ventilkammern selbst. Nachdem dieses geschehen, wird mit reinem Petroleum und sauberem Lappen nachgeputzt.

Durch geeignet zugeschnittene Pappstücke deckt man die Öffnungen im Kurbelgehäuse gut ab und wendet sich dann den Kolben zu. Sind diese nicht ebenso wie die Ringe, ringsherum blank, sondern teilweise schwarz angelaufen, so ist es ein Zeichen, daß Gase vorbeigestrichen sind und daß der Kolben nicht dicht abschließt. Die Kolbenringe können an einer Stelle, oder auch ringsherum in den Nuten festklemmen, was man ja leicht untersuchen kann, und man wird sie mittels untergeschobener Blechstreifen entfernen, wie im vorigen Kapitel beschrieben, und gegebenenfalls durch neue ersetzen, die man vorher genau untersucht, ob sie auch schließen, wenn man sie gerade in den Zylinder schiebt und sich nicht klemmen, wobei man sie ringsherum durch die Nuten dreht. Man untersucht nun, ob das Kolbenlager in der Pleuelstange noch in Ordnung ist, indem man mit

der einen Hand die Pleuelstange festhält und mit der anderen den Kolben auf und ab bewegt. In dieser Richtung darf sich der Kolben nicht bewegen lassen, wenn das Lager nicht ausgelaufen ist, ein Fall, der bei guten Motoren, wo das Kolbenlager aus einer gehärteten Stahlbuchse besteht, nicht vorkommen soll. Dagegen soll man den Kolben nach den Seiten etwas bewegen können. Ist das obere Lager in Ordnung, dann untersucht man das Kurbellager der Pleuelstange, wobei sich die letztere ebenfalls nur nach der Seite bewegen lassen darf. Ist es dagegen ausgelaufen, muß man es losnehmen. Siehe unten. Ist der Kolben in Ordnung, dann genügt es, ihn an seiner Oberfläche gehörig abzukratzen, damit die Ölkohle entfernt wird, und ihn gut mit Petroleum zu reinigen. Muß man ihn dagegen losnehmen, so geschieht dieses, indem man zuerst die Sicherung entfernt, welche die Schraube, die von unten in den Kolbenbolzen drückt, damit sich dieser nicht verschiebt, am Zurückdrehen hindert. Man schraubt diese Schraube los und treibt den Kolbenbolzen aus, indem man den Kolben halten läßt und ein Stück hartes Holz oder einen Bolzen gegen den Kolbenbolzen setzt und einige leichte Schläge mit einem Hammer dagegen gibt. Man unterlasse jedoch niemals, den Kolben gehörig abstützen zu lassen, weil man sonst sehr leicht schwächere Pleuelstangen verbiegt.

Da man auch Kolben mit konischen Bolzen hat, muß man natürlich vorher nachsehen, ob im vorliegenden Falle der Bolzen konisch ist und ihn vom schwächsten Ende her herausschlagen.

Es befinden sich einige Konstruktionen im Verkehr, die meistens französischen Ursprungs sind, bei

welchen die Kolbenbolzen an einem Ende ein feines Gewinde besitzen, derart, daß der Bolzen vom anderen Ende her mittels eines breiten Schraubenziehers eingeschraubt werden kann. Ferner gibt es Bolzen, die noch bei alten Motoren anzutreffen sind, welche durch einen breiten Ring, der ähnlich wie ein Kolbenring aussieht, gehalten werden. Hiermit sind aber nicht solche Motoren gemeint, bei welchen durch die Mittellinie des Bolzens ein vierter Kolbenring geht. Auf alle Fälle wird man immer erst nachsehen müssen, ob der Bolzen durch eine Schraube gesichert ist und diese zu entfernen haben, ehe mit dem Austreiben des Bolzens begonnen wird.

Am Kolbenbolzen wird man gleich sehen, ob er sich abgearbeitet hat oder nicht. Die Buchse selbst läuft sehr selten aus, es sei denn, daß sie aus Bronze ist, was schon auf einen Motor zweiter Klasse deutet. Man hat angegeben, einen abgelaufenen Bolzen einfach umzudrehen und wieder einzutreiben, ein Verfahren, welches vom praktischen Standpunkte aus betrachtet geradezu kindisch zu nennen ist. Ein abgelaufener Bolzen muß durch einen neuen ersetzt werden, denn er ist oval geworden.

Bemerkt man, daß die Kurbellager der Pleuelstangen ausgelaufen sind, dann werden die Wellenlager auch nicht mehr viel wert sein, und es ist das beste, sofort einen tüchtigen Fachmann zu Rate zu ziehen und den Motor vollständig aus dem Chassisrahmen entfernen zu lassen, weil man selbst doch keine Reparatur vornehmen kann.

Angenommen den Fall, es ist alles noch in bester Ordnung, was dort, wo der Motor vorschriftsmäßig

behandelt wird, fast immer zutrifft, dann läßt man alles alte Öl ab und gießt es fort, schraubt den unteren Verschluß im Gehäuse wieder ein oder schließt den Ablaßhahn, gießt eine ordentliche Portion Petroleum in das Gehäuse und spritzt sämtliche Lagerstellen gehörig aus. Sehr gute Dienste verrichtet hierbei auch ein langhaariger Borstenpinsel, mit dem man gut alle Ecken reinigt, unter reichlicher Verwendung von Petroleum. Mit einem Holzstückchen wird man noch alle Öllöcher an den Lagerstellen reinigen, das schmutzige Petroleum ablassen und mehrere Male mit reinem Petroleum dieselbe Reinigungsprozedur wiederholen, bis jede Spur von Schmutz entfernt ist. Die Kurbelwelle wird man dabei drehen, damit keine Ecke vergessen wird.

Bevor man die Zylinder wieder aufsetzt, muß man natürlich alles, was am Kolben befestigt ist, wieder vorschriftsmäßig an seinen Platz bringen und darf auch nicht die Sicherung des Bolzens vergessen, weil sonst der Bolzen nach einer Seite vorrutscht und lange Riefen in die Zylinderwand reibt, die nur durch Ausschleifen auf der Schleifmaschine beseitigt werden können. In der Regel wird aber durch einen nicht gesicherten Bolzen der ganze Zylinder verdorben.

Man füllt nun wieder so viel neues Öl, von dessen Güte man sich überzeugt hat, in das Gehäuse, bis die Köpfe der Pleuelstangen etwas eintauchen und setzt hierauf den ganzen Motor in umgekehrter Reihenfolge wieder zusammen.

Man achte aber ja darauf, daß die Kolbenringe, wenn sie verstiftet sind, auch richtig liegen und ziehe die Muttern am Zylinderflansch ganz gehörig an. Man

soll überhaupt diese Muttern sehr oft revidieren, weil es vorkommen kann, daß sich die Muttern lösen, und wenn man nicht darauf achtet, reißt der ganze Zylinderflansch im Betriebe ab, wodurch der Zylinder weit fortgeschleudert wird und großes Unheil verursachen kann.

Ist man genötigt, die Steuerung des Motors loszunehmen, dann untersuche man erst die miteinander kämmenden Zahnräder, ob sie gezeichnet sind. In der Regel wird man auf dem kleinen Rade eine 0 an einem Zahn eingeschlagen finden, und dieser Zahn kommt dann in die Lücke zwischen den beiden Nullen des anderen Zahnrades. Sind die Räder nicht gezeichnet, dann tue man dieses selbst, bevor man demontiert.

Für die Reinigung des Vergasers ist eine Vorschrift nicht nötig, dagegen ist besonders das Studium des Kapitels über die Vergaser zu empfehlen.

Man sollte meinen, daß es eigentlich nicht nötig ist, auf Kleinigkeiten, und noch dazu auf solche, die sich von selbst verstehen, noch besonders aufmerksam zu machen, indes die Erfahrung ist die beste Lehrmeisterin. So auch in folgendem Falle. Es kommt vor, daß der Besitzer eines Automobils darüber klagt, daß der Motor, nachdem alles gründlich gereinigt worden ist, sofort heiß läuft, natürlich ist alles wie immer „in bester Ordnung“, leider hat der gute Mann aber vergessen, die Dichtungsscheiben zwischen den Flanschen der Wasserröhren auch in der Mitte zu lochen, damit das Wasser zirkulieren kann! Man glaube nicht, daß dieses etwa nur einem Laien passiert, es kommt sogar sehr oft selbst bei guten Monteuren vor. Auch am Gasrohr werden die

Löcher in den Dichtungen vergessen oder zu klein gemacht, und deshalb ist es ratsam, kupferne Flanschdichtungen zu benutzen, die man heute bereits in allen möglichen Fassons vorrätig bekommt.

Man hat ferner darauf zu achten, daß der Vergaserschwimmer wieder richtig eingesetzt wird und nicht etwa auf dem Kopfe steht, und daß die Siebe, die bei einigen Vergasern vorhanden sind, auch wieder an ihren richtigen Platz kommen. Ebenso ist auf die richtige Zusammensetzung des Auspufftopfes zu achten und was dergleichen Dinge mehr sind, denn kleine Ursachen haben oft große Wirkungen. Die meisten Fehler werden bei der Montage der elektrischen Leitungen gemacht, und deshalb kann nicht dringend genug empfohlen werden, alles vorher genau zu zeichnen, damit es nachher wieder an den richtigen Platz kommt.

Da das Kühlwasser unter Umständen ein sehr kostbarer Stoff ist, wird man die Wasserpumpe untersuchen, ob sie noch vollkommen dicht ist und wird dabei das Augenmerk namentlich auf die Packung in der Stopfbuchse richten müssen, die man gewöhnlich erneuern muß, denn das zu feste Anziehen derselben ist nicht zu empfehlen, weil dadurch die Welle warm läuft, oder, wenn es eine Friktionsscheibe ist, die die Pumpe treibt, sie so fest klemmt, daß sie nicht mehr mitgenommen wird. Als Packung verwendet man einen kleinen Zopf aus Hanf, den man gehörig mit Lichttalg und Graphitpulver einreibt. Man fertigt den Zopf, indem man einen Hanfstrick oder stärkeren Bindfaden aufrepelt, wodurch der Hanf gelockert wird, und aus drei oder vier Strähnen flechtet.

Alle Hähne, die am Motor sitzen und warm werden, sollen Küken mit Federzug besitzen, damit sie sich nicht festfressen, und es empfiehlt sich, auch diese Küken mit Talg und Graphitpulver einzureiben. Es ist sehr gut, wenn man sich eine Salbe aus Talg und Graphit zusammenschmilzt und in einer kleinen Blechdose dem Werkzeugkasten einverleibt. Fügt man dem geschmolzenen Talg etwas Wachs oder Öl zu, dann kann man nach Belieben eine feste oder weiche Salbe herstellen.

Undichte Hähne schleift man sauber mit pulverisiertem Bimsstein und Wasser ein, indem man sowohl eine drehende als auch eine hin und her gehende Bewegung mit dem Küken ausführt, damit keine Riefen entstehen. Der Feinschliff wird später hergestellt, indem man statt des Wassers Öl nimmt. Man setze nie einen Hahn ungeschmiert zusammen.

Alle Hähne, die mit Benzin in Berührung kommen, sollten als Ventilhähne ausgeführt sein, weil Kükenhähne mit der Zeit undicht werden und sehr leicht fressen. Für die Gewinde solcher Hähne benutzt man obige Schmiere und dichtet die Stopfbuchsen ebenfalls mit Hanf.

Das alte Öl soll von Zeit zu Zeit abgelassen werden, und wenn sich undichte Stellen durch starkes Austreten von Öl am Kurbelgehäuse bemerkbar machen, soll man dieselben gleich abdichten, denn nichts kann ein Automobil mehr in Verruf bringen, als wenn große Öllachen seinen Halteplatz noch stundenlang markieren. Gehäuse, welche einen Sprung besitzen, lassen sich ebenfalls löten, wozu sie in ein Spezialgeschäft gesandt werden müssen. Die

Gehäuse bestehen in der Regel aus Aluminium, und dieses Metall kann nur nach einem Geheimverfahren gelötet werden.

Man lasse niemals einen Motor, der nicht gehörig geschmiert ist, laufen, weil sich dadurch die Lager leicht heißlaufen und Riefen bekommen. Sehr oft frißt auch dadurch die Kurbelwelle fest, oder die ausgegossenen Lager laufen aus.

---

24. Was bei der Wasserkühlung zu beobachten ist.

Die Pumpe soll das Wasser ganz energisch durch den Kühler treiben, denn danach ist seine Größe berechnet. Man hat deshalb darauf zu achten, daß bei Friktionsantrieb der Pumpe niemals ein Stillstand der Pumpenwelle stattfindet, und man muß eventl. für einen stärkeren Andruck der Friktionsscheibe an das Schwungrad sorgen und ab und zu den leichten, aber doch dichten, Gang der Welle in der Stopfbuchse kontrollieren.

In den Wassermänteln der Zylinder sammelt sich mit der Zeit Rost und Schmutz an, und um namentlich letzteres zu vermeiden, soll man nur ganz reines Wasser benutzen. Es empfiehlt sich ferner, nach Beendung einer größeren Reise den Wassermantel ganz gehörig durchspülen zu lassen.

Die Verbindung der Ein- und Ausströmung an der Pumpe geschieht in der Regel durch Gummischläuche. Diese verengen sehr oft durch das heiße Wasser ihren Durchgangsquerschnitt und es ist daher nötig, wenn man über zu heißes Kühlwasser zu klagen hat, daß man auch die Gummischläuche untersucht, ob sie nicht am Ende verquollen sind.

Ist man gezwungen, den Motor im Winter längere Zeit nach kurzen Fahrten stehen zu lassen, dann ist es zu empfehlen, den Ventilatorriemen abzunehmen und mit möglichst heißem Wasser zu fahren. Ferner

läßt man die unten liegenden freien Rohrleitungen, die zuerst einfrieren, gut mit Wollappen umwickeln oder sonst isolieren und an jeder Haltestelle eine wollene Pferdedecke über Haube und Kühler decken. Bei luftgekühlten Motoren empfiehlt es sich, ebenfalls eine wollene Decke über den Motor zu decken, damit er nicht ganz abkühlt, wodurch das spätere Anlassen erschwert werden würde.

Die Wassermäntel der Zylinder können sehr leicht durch Frostschäden platzen und bekommen Risse, durch welche das Kühlwasser nach außen dringt. Es kommen aber auch sehr oft Risse vor, die nicht durch Frost hervorgerufen werden, sondern auf Gußspannungen zurückzuführen sind. Solche Risse kann man wieder hart löten lassen. Versuche, mit Lötzinn oder Kitt dasselbe zu erreichen, sind nutzlos, weil ein so behandelter Riß immer wieder aufspringt.

Man lasse niemals im Winter das Wasser über Nacht im Kühler oder im Wassermantel usw., sondern lasse es immer ab, wobei man den Motor laufen läßt, damit die Pumpe alles Wasser austreibt. Man halte auch im Winter den Motor niemals längere Wartezeit an, sondern lasse ihn, wenn er unter Aufsicht eines Chauffeurs steht, langsam weiter laufen. Einen Motor ohne Aufsicht laufen zu lassen ist in den meisten Städten verboten.

Sollte dennoch trotz aller Vorsicht einmal etwas eingefroren sein, dann taue man nur mit heißem Wasser auf und wende niemals Feuer in irgend einer Form an. Der Rat, einen Automobilmotor mit Feuer aufzutauen, hat ungefähr denselben Wert, als wollte man die Anweisung geben, ein Pulverfaß mit einem

Streichholz abzuleuchten. Aber selbst dann, wenn jegliche Reste von Benzin und Benzingasen verschwunden sind, führt das Hantieren mit einer Auftaulampe oder eines in Spiritus getauchten Wattebausches fast ausnahmslos zu Rohrbrüchen und geplatzten Zylindermänteln. Das Auftauen gefrorener Leitungen muß immer von oben nach unten geschehen, das wird aber meistens nicht beachtet, und dadurch kann der größte Schaden angerichtet werden. Will man dagegen rationell vorgehen, dann ist das Einfüllen von heißem Wasser immer das beste. Sehr zu empfehlen ist es, wenn man das Auftauen einem Gas- und Wasserinstallateur überträgt, der im Besitze eines Dampf-Auftauapparates ist, aber auch hier achte man stets darauf, daß das Auftauen immer von oben geschieht, anfangend bei den höchst gelegenen Stellen.

Vor der Anwendung sogenannter Frostschutzmittel, die dem Wasser zugesetzt werden (Calcium, Glyzerin usw.), wird gewarnt, denn sie verschmieren und verschmutzen den Kühler und den Wassermantel.

Um bei strenger Kälte das erste Anlassen des Motors zu erleichtern und um gleichzeitig ein Mittel zu haben, etwaige Eisbildungen in den Röhren oder in der Pumpe zu zerstören, fülle man heißes Wasser in den Kühler und öffne dabei den Hahn, der sich gewöhnlich unten an der Pumpe befindet, damit das heiße Wasser durchfließen kann. Ferner überzeuge man sich, bevor man den Motor andreht, ob die Pumpe sich auch dreht. Es kann etwas Wasser in derselben zu Eis gefroren sein, und wenn die Pumpe zwang-

läufig mit dem Motor, z. B. durch Zahnräderübersetzung verbunden ist, können Brüche eintreten.

Sogenannte Sicherheitsvorrichtungen, die das Einfrieren der Zylinder verhüten sollen, haben gar keinen Wert und man verlasse sich niemals auf ihre Funktion, sondern achte streng darauf, daß das Wasser jeden Tag abgelassen wird.

---

25. Störungen im Motorenbetriebe und ihre Ursachen.

1. Bei vielen Motoren macht sich im Momente des Anfahrens, oder wenn der Motor stark belastet wird, z. B. auf Steigungen oder Sandwegen, ein Hämmern im Zylinder bemerkbar, das sich anhört, als ob mit einem Hammer auf den Kolben geklopft wird. Die nächste Ursache ist immer ein zu reiches Gasgemisch; dieses enthält zu viel Benzin, man muß deshalb den Vergaser neu einregulieren oder mehr Zusatzluft geben. Ferner kann der Zylinder innen verschmutzt sein, so daß er nicht genügend gekühlt wird, oder der Auspufftopf ist verstopft und das Auspuffventil wird zu heiß.

2. Eine ähnliche Erscheinung ist das Klopfen im Motor, das sich durch dumpfe Schläge bemerkbar macht, die immer auftreten, ganz gleich, wie der Motor belastet ist. Dieses Klopfen ist sehr gefährlich und man muß sofort im langsamsten Tempo in eine Reparaturwerkstatt fahren. Die Ursachen sind ausgelaufene Lager.

3. Der Motor besitzt keine richtige Kraft, er kommt nicht in die Touren, der Auspuff ist schwach und langgezogen, statt stoßweise. Ursachen sind zu geringer Hub des Auspuffventils, geringe Kompression, verstopfter Auspufftopf.

4. Der Motor reagiert nicht auf die Vorzündung und kommt nicht in die Touren, der Auspuff ist

scharf und unregelmäßig. Ursachen: Benzinzufuhr ist verstopft oder zu gering, der Schwimmer tanzt auf und nieder. Bei Benzingefäßen mit natürlichem Fall kann das feine Luftloch in der Verschraubung verstopft sein oder der Vergaser wird zu kalt. — Bei Trembleurspulen kann die Hammerfeder zu träge sein, und die Schraube muß nachgestellt werden, damit der Hammer mehr Schwingungen pro Sekunde macht, was am höheren Ton erkenntlich ist.

5. Der Motor läuft bei Vorzündung gut und setzt bei Zündung auf Totpunkt aus. Es ist dieses in der Regel ein Zeichen, daß das Porzellan der Zündkerze gebrochen ist, nach Einsetzen einer neuen Kerze ist der Schaden meistens wieder behoben.

6. Der Motor reagiert vorschriftsmäßig auf Vor- und Nachzündung, besitzt aber nicht genügend Kraft mehr. Ursachen: die Feder des automatischen Ventiles ist zu stark und die des Auspuffventiles ist zu schwach, oder die Feder des automatischen Saugventiles ist zu schwach, das Ventil bleibt hängen, klebt und ist verschmiert.

7. Der Motor überhitzt sich, beginnt zu hämmern, verliert seine Kraft, die Zündungen setzen aus, und die Gase besitzen einen stechenden Geruch und beißen in die Augen. Schließlich bleibt der Motor stehen, und der Kolben sitzt fest. Ursachen: die Wasserpumpe funktioniert nicht, der Motor wird überlastet, der Wassermantel hat einen Konstruktionsfehler, es bilden sich in ihm Dämpfe, die das Kühlwasser zurückdrängen, Ölmangel. Bei luftgekühlten Motoren ist der Kompressionsraum zu klein. Siehe auch unter 1. Abkühlenlassen und Ölen.

8. Es knallt im Vergaser. Ursache: schwache Ventilfeder oder zu viel Luft im Gasgemisch.

9. Es knallt im Auspufftopf. Ursache: Aussetzer in der Zündung.

10. Ein mit Regulator versehener Motor zeigt Neigung zum Durchgehen, der Regulator funktioniert nicht regelmäßig. Sehr gefährlich, weil unter Umständen der ganze Motor zertrümmert werden kann. Ursachen: toter Gang in den diversen Gelenken, verdicktes Öl und Schmutz, durch Lacküberzug verklebte Spiralfedern des Regulators. Die Hebel des Regulators gehen zu schwer in den Gelenken, sind nicht geölt.

11. Die Zündung erfolgt ruckweise, auf glatter Straße regelmäßig, und auf holpriger setzt sie aus. Ursache: durchgescheuerte Leitungsdrähte, Kurzschluß.

12. Der Motor kommt auf Steigungen nicht auf Touren, läuft immer langsamer und bleibt schließlich ganz stehen. Ursache: meistens bei Benzingefäßen mit natürlichem Fall, zu wenig Fall zum Vergaser oder zu wenig Benzin im Gefäß. Bei Motoren mit Benzinzufuhr unter Druck, falsche Montage des Schwimmerbehälters. Dieser soll rechtwinklig zur Kurbelwelle angeordnet sein.

26. Der Zweitaktmotor.

Der Zweitaktmotor war der Vorläufer des Viertaktmotors, durch den er mit der Zeit vollkommen verdrängt wurde. Erst in neuerer Zeit hat man wieder etwas von ihm gehört, weil noch verschiedene Konstrukteure annehmen, daß er für den Automobilbetrieb Vorteile gegenüber dem Viertaktmotor hat. Bis jetzt scheinen sich die Hoffnungen, die man in den Zweitakt gesetzt hat, nicht erfüllt zu haben, denn wo auch hier oder dort einmal ein solcher Motor an der Oberfläche erschien, tauchte er ebenso schnell wieder unter. Es soll damit durchaus nicht gesagt werden, daß es nicht doch noch einmal gelingt, den Zweitakt zu Ehren zu bringen, aber vorläufig kann von einem regelrechten Automobil-Zweitaktmotor noch lange keine Rede sein.

Der Zweitaktmotor ist eigentlich weiter nichts als ein Viertaktmotor, nur mit dem Unterschiede, daß sich die vier Arbeitsspiele nicht wie bei diesem auf zwei volle Wellenumdrehungen vollziehen, sondern während einer stattfinden. Die Taktfolge ist genau dieselbe, denn ohne Ansaugen, Komprimieren, Explodieren und Auspuffen geht es beim Explosionsmotor nicht. Während aber in einem Viertaktmotor alle diese Tätigkeiten oberhalb des Kolbens im Zylinder stattfinden, ist dieses bei dem Zweitakter nur bei drei Arbeitsspielen der Fall, das Ansaugen findet nämlich unterhalb des Kolbens statt.

Die Arbeitsweise soll durch die nächsten Figuren

dargestellt werden. In Figur 86 ist der Kolben im Begriff, nach oben zu gehen und schafft dadurch in dem dicht verschlossenen Kurbelgehäuse eine Luftverdünnung, während das Gas, welches sich über dem Kolben befindet, komprimiert wird.

In der Figur 87 ist der Kolben nahezu oben angekommen, und sein unterer Rand gibt einen Schlitz in der Zylinderwand frei, durch welchen das frische

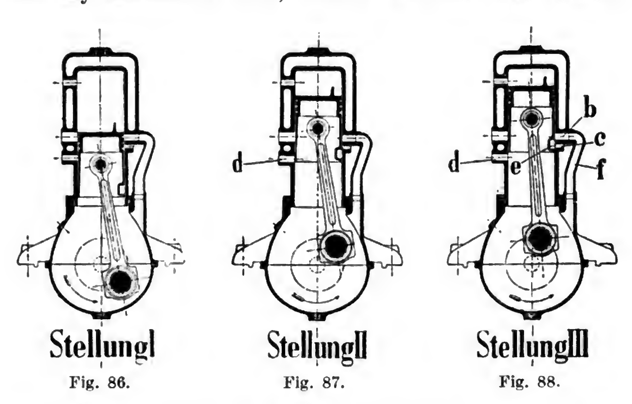


Fig. 86. Fig. 87. Fig. 88.

Gasgemisch durch *d* in das Gehäuse strömt. Kurz danach ist der Kolben etwas höher gewandert, Figur 88, und eine muschelförmige Aussparung *e* hat den Luftansaugeschlitz *c* mit dem Gemischüberströmschlitz *b* verbunden. Dadurch gelangt in den Überströmkanal *f* reine Luft, die sich in diesem sammelt.

Während dieser Zeit, bis zur Umkehr des Kolbens, strömt das Gasgemisch in die Kurbelkammer, während das oben im Zylinder befindliche durch den elektrischen Funken entzündet wird. Der Kolben wird nach unten geschleudert, Figur 89, seine Unterkante

deckt den Einströmkanal *d* ab und das Gas, welches sich in der Kurbelkammer befindet, wird vorkomprimiert.

Sobald der Kolben in der Stellung Figur 90 angekommen ist, gibt seine Oberkante den Auspuffschlitz *a* frei, worauf die heißen Auspuffgase mit großer Gewalt ins Freie strömen. Inzwischen ist der Kolben einige Millimeter weiter nach unten gewandert und in die Stellung Figur 91 gekommen, wodurch er

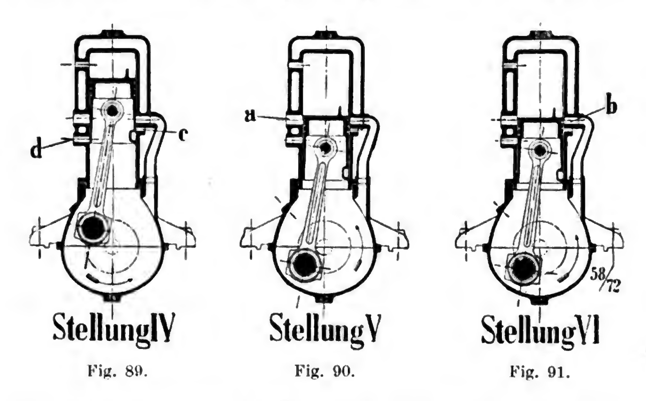


Fig. 89. Fig. 90. Fig. 91.

den Überströmkanal *b* freigelegt hat, durch den dann die unten vorkomprimierten Gase, die reine Luft vor sich hertreibend, in den Zylinder gelangen. Hierbei strömen sie gegen eine kleine Zunge, die sich auf dem Kolben befindet, und treiben dadurch die alten Gase vor sich her.

Diese Konstruktion wurde versuchsweise von der Firma Gebr. Körting, A.-G., Hannover, gebaut, doch hat sie sich ebensowenig als andere Konstruktionen auf die Dauer behaupten können.

Man nimmt nur zu leicht an, daß ein Zweitaktmotor weil er bei jeder Wellenumdrehung eine Explosion be-

kommt, auch doppelt soviel leisten muß, als ein Viertaktmotor, es stellt sich aber immer heraus, daß es unmöglich ist, mit demselben unter gleich günstigen Bedingungen dieselbe hohe Tourenzahl zu erreichen. Die ganze Arbeitsweise ist mit großen Energieverlusten verknüpft, wozu die verschwindend kurze Zeit des Auspuffens und des Überströmens und die unvollkommene Füllung, infolge der großen schädlichen Räume in der Kurbelkammer, wesentlich beitragen. Bisher von mir untersuchte Motoren haben einen Füllungsgrad von 65% im besten Falle besessen. Die Motoren arbeiten in der Regel mit sehr niedriger Kompression und daher geringer Wärmeausbeute. Luftgekühlte Motoren haben trotz doppelter Anzahl der Explosionen selten eine höhere Wandungstemperatur als Viertaktmotoren. Dieses weist jedoch nur auf die schlechtere Wärmeausbeute hin. Tatsächlich beträgt der Explosionsdruck nur die Hälfte desjenigen eines guten Viertaktmotors.

Zweitaktmotoren haben sich für Automobile nicht bewährt, weil sie annähernd gut nur mit einer bestimmten Tourenzahl laufen, und sich wenig für wechselnde Belastung eignen. Dagegen finden sie mehr Verwendung bei Motorrädern, Motorbooten und für stationäre Zwecke, wo man weniger auf Ökonomie als auf Zuverlässigkeit zu achten hat. Weil der Motor keine Ventile besitzt, kommen im Betriebe Störungen nur sehr selten vor. Der Zweitaktmotor läuft in der Regel sehr leicht an und arbeitet auch ziemlich ruhig, aber unökonomisch und deshalb wird er gegen den Viertakt nicht ankommen können.

Verzeichnis der Abbildungen.

Figur

1. Schnittzeichnung N. A. G.-Motor.
2. Kurbelwelle, Pleuelstange und Kolben vom Stöwer-Motor.
3. Steuerwelle und Nocken.

4—8. Schematische Schnittzeichnung zur Erklärung der Arbeitstakte.

9. Auspuffklappe.

10—13. Schematische Darstellung der Arbeitsweise des Fahrradmotors.

14. Voltmeter auf Akkumulator gedrückt.
15. Sicherheitskontakt im Steuerrad.
16. „ „ Handgriff.
17. „ mit zwei Federn.
18. „ Stift dazu.
19. „ Umschalter.
20. Wasserzersetzungsapparat.
21. Bleigitter.
22. Akkumulator, zwei Zellen.
23. Ladeapparat auf Brett.
24. Zwei Lampen vorgeschaltet.
25. Eine Lampe vorgeschaltet.
26. Stromrichtungsanzeiger.
27. Drei Bunsenelemente mit Akkumulator.
28. Kupronelement.
29. Handunterbrecher.
30. Wagnerscher Hammer.
31. Spulenschema.
32. „ Serienwickelung.

Figur

33. Dion-Bouton-Unterbrecher.
34. „ Ansicht.
35. Aster-Unterbrecher.
36. Trembleurschema.
37. Schleifkontaktschema.
38 u. 39. Schleifkontakt.
40. Rollenkontakt.
41. Schaltungsschema, 1 zylindr. Abreißspule.
42. „ 4 „ „
43 u. 44. „ 1 „ Trembleurspule, deutsch.
45. „ 2 „ „ „
46. „ 4 „ „ „
47. Magnetphotographie.
48. T-Anker.
49. Magnetapparat-Schema.
50. Zündflansch.
51. „ Zeichnung.
52. Abreißgestänge.
53. Drei Stellungen des Ankers.
54. Abschlag-Magnetmotor.
55. „ Maurer-Union.
56. Eisemannzündung am Motor.
57. Schema, 1 Zylinder.
58. „ 4 „
59. Eisemann-Apparat mit Akkumulatoren.
60. Bosch-Schema.
61. Bosch-Apparat.
62. Apparat von Unterberg & Helmle.
63. Caronzündung, Magnetinduktor.
64. „ Kerze-Ansicht.
65. „ „ Schnitt.
66. Schnitt durch Vergaser.
67. „ „ „ Krebs-Panhard.
68. „ „ „ Dixi.
69. „ „ „ Mors

Figur
70. Schnitt durch Vergaser, Unic.
71. Separator.
72. Alter Daimlervergaser.
73. „ Dion-Bouton.
74. „ Astervergaser.
75. Cyklonvergaser.
76. Auspufftopf Ossant-Dion.
77. „ einfach.
78. „ doppelt.
79. „ Oldsmobil.
80. Zündkerze.
81. Funkenstrecke.
82. Schnitt durch Vierzylinder F. N.
83. Ventilschleifen.
84. Stoewer-Motor, Unterteil.
85. Turicum-Ventil.
86—91. Zweitaktschema.

Sachregister.

Abreißspule 45, 92, 93, 95, 98, 99, 102, 105, 106, 107.
Akkumulator 57, 58, 59, 64, 66, 70, 71, 102.
— -Laden 74, 76, 78, 79, 80, 81, 104.
— -Platten 69, 70.
— — weiße, verdorbene 71.
— -Säure 72, 73.
— — Flecke in Kleidern 72.
— -Stöpsel 76.
— -Zündung 56, 57, 88, 130.
Amalgamieren 79, 80.
Ampère 56, 57, 75, 76.
Andrehen 17, 20, 22, 32, 50, 96, 100, 131, 161, 189.
Andrehkurbel 32.
Andrückkontakt 97, 98, 102.
Anker, T 115, 116, 121.
Ansaugwiderstand 33, 50, 52.
Arbeit 8, 11, 135.
Arbeitsperiode 34, 45.
— -Prinzip 9.
Asterkontakt 97, 99.
Atmosphäre 11, 26.
Auftauen 205, 206.
Auslaßventil 11, 12, 13, 19, 27, 36, 37, 39, 45, 162, 174.
Auspuffgase 39, 163.
— -Geräusch 38, 162.
— -Klappe 39.
— -Periode 34, 37.
— -Rohr 39, 50, 164.
— -Topf 12, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 50, 162, 163, 165, 166, 208.
Auspuff-Ventil 12, 13, 16, 17, 19, 27, 36, 37, 39, 40, 45.
— Voreilung 36.
Ausschubwiderstand 36, 50.
Aussetzer in der Zündung 149.

Batteriezündung 43.
Belastung des Motors 33.
Benzin leicht und schwer 152.
— -Verbrauch 136.
— -Verdampfung 10, 15.
— -Verdunstung 12, 139, 141.
Bleigitter-Akkumulatoren 68, 69.
Bunsenelemente 79.

Chromsäureelemente 80.

Dampfmaschine 9.
Dion-Bouton-Kontakt 97, 98.
Doppelzündung 63, 128, 129.
Drosselklappe 13, 17, 19, 33, 143, 184.
Drosseln des Gasgemisches 27, 33, 143, 184.
Drucksteigerung 11, 25.
Düse 13, 18, 19, 22, 40, 49, 53, 140, 142, 147, 148, 154, 173.

Einzelteile des Motors 12, 13, 14, 17.
Elektrische Maßeinheiten 56, 57.
Elektrischer Widerstand 56, 57, 61, 63, 75, 89, 98, 103.
Elektromagnetismus 89.

Elektromotorische Kraft 56, 57, 86.
Energie 7, 34, 64, 71, 136.
Entflammung des Gasgemisches 8, 10, 15, 25, 28, 31, 43.
Entladen des Akkumulators 70, 71, 72, 74.
Explosion 26, 31.
— des Gasgemisches 8, 15, 25, 28, 31.
Explosionsdruck 25, 26, 31, 32, 34, 214.
Explosionsmotor 7, 9.
Explosionsraum 15, 27, 28.
Explosionswelle 32, 54.
Extrastrom 92, 94.

Formation der Akkumulatorenplatten 68.
Frühzündung 30, 31, 32, 42.

Gasgemisch 40, 52, 53, 138, 173.
Gasgemisch komprimieren 9, 15, 24, 25, 27, 212.
Gasgemischvolumen 25, 28, 37, 138.
— -Zusammensetzung 10, 22, 40, 52, 138, 139, 140, 142, 148, 173, 208, 210.
Gasgeschwindigkeit 18.
Gasrohr 13, 18, 19, 40, 50, 52, 144.

Handkontakt 44, 57, 61.
Handunterbrecher 91.
Hämmern des Motors 26, 52, 54, 148, 173, 208.
Heißluftmotor 7.
Hochspannungsstrom 44.
Hub 46, 47.

Induktions-Apparate 92, 93, 95, 100.
Induktions-Funken 94.
— -Spule 89, 90, 92, 95, 100, 128.
— -Strom 89, 92.

Kabelschuh 107, 110.
Klemmspannung 59.
Klopfen im Motor 55, 208.
Knallgas 56, 66.
Knallen im Auspufftopf 210.
— — Vergaser 210.
Kolben 12, 16, 17, 20, 27, 28, 45, 188, 195, 209.
— -Bolzen 197, 198.
— -Druck 55.
— -Durchmesser 46, 47, 188.
— -Geschwindigkeit 20, 31, 143.
— -Hub 34.
— -Ringe 16, 28, 53, 188, 190, 191, 196, 199.
Kompression, die Höhe 26, 27, 42, 50, 54, 89, 189.
Kompressionsdruck 11, 25, 26, 32.
— -Hahn 15, 53, 202.
— -Periode 24, 31.
— -Raum 15, 18.
— -Wärme 26, 28.
— -Welle 54.
— -Zündungen 26, 54, 148, 160.
Komprimieren 10, 15, 25.
Kondensator 93, 101.
Konstantes Niveau 40.
Kontakt am Steuerrad 61.
Kontaktniet 96.
Kontaktstift 62.
Kraftleistung 46, 53.
— Nachlassen der 51, 160, 177.
— verminderte 8, 52, 53, 160, 177.

Kühlung des Zylinders 26, 46, 52, 160, 200, 209.
Kühlwasser 52, 200, 204, 209.
Kupron Elemente 79, **81.**
Kurbelwelle 12, 17, 18, 198.

Ladeapparat 74, **75,** 76, **77,** **78,** **79,** **81.**
Laden des Akkumulators 70, 71, 72, 74, 104.
Leistungsformeln 46, 47.
Leistungsquerschnitt 58.
Luftkühlung 27, 39, 46, 50.
Luftzugabe 40.

Magnet 111, 112, **113.**
— -Abreißzündung 33, 116, **119,** 120, **121,** **122,** **123,** 138.
— -Apparat 59, 114, 115, **116,** 128.
— -Zündung 56, 111, 122.
— — Caron **132,** **133.**
— — Eisemann 43, 123, **124,** **125,** **127,** **129.**
— — Bosch 128, **130.**
— — Unterberg & Helmle 130, 131.
Maßeinheiten, elektrische 56, 57.
Motorenbenzin 10, 136.
Motorkontakt 44, 45, 57, 61, 96.
Motorleistung 47, 52, 160, 177, 184, 189, 209.
Motor mit Luftkühlung 27, 46, 209.
— -Regulierung 184, 185, 210.
Motors, die Einzelteile des 9, **13,** **14.**
— die Reinigung des 192.
Motorunterbrecher 96, 97, 101, 105.

Nachzündung 30, 31, 32, 98, 99.
Nebenluft 144.
Nocken **13,** **15,** 18, **19,** 20, 36, 40, 97, 118, **119.**
Nockenwelle **13,** 14, **15,** **19.**
Nutzeffekt 136.

Öffnungsfunken 89.
Öl 55, 160, 189, 199.
Ölkohle 50, 160, 168, 191, 196.
Ohm 56, 57, 75.

Pferdekraft 135.
Platinkontakte 98, 105.
Pleuelstange 12, 55, 196, 197.
Pleuelstangenbrüche 55.
Pol — negativ 65, 67, 70, 71, 76, 81, 83.
— -Papier 76.
— + positiv 65, 67, 70, 71, 81.
— suchen 76.
Primärstrom 92, 105, 108, 128.
— -Wicklung 93, 94, 124, 126.

Reparaturwerkstätten 193.
Rollenkontakt 102, **103.**
Rückschlag, der 32.

Saug-Periode 17, 22, 40, 45, 141.
— -Ventil 12, **13,** 16, 17, **19,** 27, 40, **41.** **42,** **43,** **44,** 174.
— — automatisch 13, 18, **175.**
Schalldämpfer 12, 37, 38, 39, **41,** **42,** **43,** **44,** 45, **163,** **164,** **165,** **166.**
Schaltungsschema **105,** **106,** **107,** **108,** **109.**
Schleifkontakt **101,** **102,** 108.
Schließungsfunken 89.
Schwefelsäureflecke in Kleidern 72.

Schwimmer 13, 22, 40, 140, 150, 154.
— Behälter 22, 53, 140.
Schwungrad, Zweck des 11, 34.
Sekundärstrom 67, 92, 104, 124, 128.
— -Wicklung 94, 96.
Selbstinduktion 93.
— -Zündungen 54, 55, 160.
Separator 149.
Sicherheitskontakt 62. 101.
Spätzündung 30, 31, 32.
Spannung des Stromes 57, 75, 86.
Spiritus 7.
Springkontakt 96, 97, 98, 102.
Spritzvergaser 22, 139, 140, 141, 144.
Spule 57, 58, 59, 103.
— durchgebrannte 104.
— nasse 104.
Steuerformel 46.
— -Welle 13, 14, 15, 18, 200.
Strömungsgeschwindigkeit 20, 142, 144, 153.
Stromrichtungs-Anzeiger 77, 78.
— -Spannung 57, 71, 75, 81, 86, 88.
— -Stärke 56, 57, 58, 81, 125.
— transformieren 88.
— -Verteiler 126, 127.
Sulfatschicht 71, 72.
Summerspule 45, 92.

Taktes, die Dauer eines 30.
Takt, der erste 17.
— der zweite 24.
— der Zwei- 211.
— der dritte 28, 34.
— der vierte 37.

Totpunkt, der obere und untere 12, 20, 24, 30, 31, 32, 34, 36, 37, 42.
Tourenzahl des Motors, die Abhängigkeit der 32, 33, 36, 46, 47, 138, 140, 142, 143, 184, 185, 208, 210.
Trembleurspule 45, 92, 98, 99, 100, 102, 108, 109, 209.
Trockenelemente 83.
— verbrauchte 87.

Überhitzung des Zylinders 39, 50, 160, 200, 209.
Umschalter 62, 63.
Untersuchung der Leitung 61, 63.

Ventildimensionen 36, 177.
Ventile, beide 9, 12, 16, 17, 26, 27, 40, 44, 174, 182.
Ventil, Auslaß 11, 12, 13, 19, 27, 36, 37, 39, 45, 174, 177, 184, 209.
— automatisches 13, 18, 175, 176, 184, 209.
— Einlaß 9, 12, 13, 16, 17, 20, 27, 37, 44, 174, 175.
— -Feder 51, 174, 177, 209, 210.
— -Hub 183, 184.
— -Nadel 22, 140, 151, 153, 155.
— -Schaft 182.
— schleifen 51, 178, 179.
— -Splint 181, 182.
— -Steuerung 10, 13, 14.
— -Stößel 18, 51, 182, 185.
— undichtes 36, 177.
Verbrennung des Gasgemisches 8, 9, 11, 25, 31, 32, 37.
— Verlangsamung der 25.

Verbrennungsluft 139.
Vergaser 12, 17, 18, 20, 22, 26, 40, 53, 135, 139, **141, 144, 145, 146, 147,** 155, 173, 210.
— Balancehebel 152.
— Oberflächen 20, 139, **156, 157, 158.**
— Pilz 42, **141.**
— regulieren 154.
— Schwimmer **13,** 22, 40, 140, 150, 154, 201.
— Vorwärmung 41, 142.
Verquicken 79, 80.
Viertakt, der 14.
Viertaktmotoren 11, 24.
Volt 56, 57, 66, 75, 76.
Voltmeter 58, 59, **60.**
Vorschaltfunkenstrecke **172.**
Vorzündung 30, 31, 32, 33, 42, 143.

Wagnerscher Hammer 45, **91.**
Wärme 7, 25, 32, 135.
— -Isolatoren 8, 160.
— -Strahlung 9.
Wasser im Benzin **149.**
Wasserkühlung, Motoren mit 26, 46, 52, 205.
— Auftauen 205, 206.
Wasserpumpe 52, 201, 204, 206, 209.
Wasserzersetzung 65, 79.
Wasserzersetzungsapparat 56, **65,** 66.
Widerstand, elektr. 56, 57, 61, 63, 75, 89, 98, 103, 117, 170.
Wirkungsgrad des Motors 47.

Zelluloidkästen reparieren 73.
Zerstäuber 20, 40, 42, **141.**
Zischhahn 15, 53, 202.
Zündfähigkeit, Erhöhung der 25.
— -Flansch 116, **117.**
— -Funken 30, 33, 42, 45, 89, 96, 97, 170.
— -Kerze 15, 30, 43, 44, 52, 89, 124, 168, 169, 209.
— -Moment 30, 119, 120, **121.**
— -Spule mit Selbstunterbrecher, Trembleur 45.
Zündung, Versager 58, 149, 168, 173.
Zündverstellung 88, 97.
Zündung, die Vor- u. Nach- 30, 31, 42.
Zündvorrichtungen, die Pflege der 33, 168.
Zurückschlagen der Andrehkurbel 32.
Zusatzluft 144.
Zweitaktmotor 211.
Zylinder 12, 188, 200, 207.
— gesprungene 205, 206.
— -Füllung, unvollkommen 8, 27, 50, 54.
— — vollkommene 20, 52.
— kühlen 8, 26, 27, 28, 50, 52, 53, 54, 160, 200.

Deutsche Vacuum-Oil-Company, Hamburg-Berlin.

Vacuum
XXXX
Mobil-Oel
A

GARGOYLE OIL

DEUTSCHE VACUUM OIL COMPANY
HAMBURG BERLIN

124 von 130 Wagen des Herkomer-Rennen 1906
wurden mit Vacuum-Mobilöl geschmiert.

Zeugnis.

An die Firma

Deutsche Vacuum Oil Company

in HAMBURG.

Nachdem ich seit mehreren Jahren Ihr Schmieröl und seit längerer Zeit die Marke „Vacuum XXXX Mobilöl A" zur Schmierung meiner Motorwagen benutzt habe, bestätige ich Ihnen gern, daß ich jederzeit zufrieden gewesen bin.

Angenehm empfunden habe ich besonders, daß das Öl auch bei reichlicher Schmierung der Maschine wenig Rauch verursacht und daß ich die oben erwähnte Spezialmarke in der heißen wie in der kalten Jahreszeit stets mit gleichem Vorteil benutzt habe.

Hochachtungsvoll

Dr. STÖSS, Rechtsanwalt.

Das **Küstersche Buch** behandelt kurz und doch erschöpfend das schwierige Thema. Der Name des Verfassers, der als Fachschriftsteller und Fachmann bekannt ist, gab bereits für die erste Auflage die Garantie, daß es sich um ein sportlich und sachlich gleich gediegenes Buch handelt! In geradezu glänzender Weise hat Küster die in das Werk gesetzten Hoffnungen erfüllt!

Von der Fachpresse als bestes Automobilbuch anerkannt.

Das Werk enthält folgende Kapitel:

Einleitung.

I. **Einzelheiten des modernen Motorwagens:** A. Die Kraftquelle (der Motor); 1. Der Viertakt, 2. Gasgemisch-Zu- und Ab-Leitung, 3. Zündstromkreislauf, 4. Kühlwasserkreislauf, 5. Einzelteile des Motors. B. Die Kraftübertragung (das Getriebe). C. Das Untergestell („Chassis"). D. Carosserie.

II. **Abweichungen vom Beschriebenen:** A. Die Kraftquelle; 1. Der Arbeitstakt, 2. Gasgemischzuleitung, 3. Zündstromkreislauf, 4. Kühlwasserkreislauf, 5. Einzelteile des Motors. B. Die Kraftübertragung. C. Untergestell.

III. **Behandlung des Automobils:** A. Einleitende Bemerkungen. B. Schmierung. C. Kühlung. D. Betriebsstoff. E. Vergasung. F. Zündung. G. Behandlung der Getriebe. H. Bremsen. I. Allgemeines über Behandlung. K. Motorstärke und Betriebsstoffverbrauch. L. Wie kann man Benzin explosionssicher lagern?

IV. **Fahrkunst:** Andrehen des Motors, Fahrt-Beginn, Schnelleres Fahren, Gleiten (Schleudern), Begegnung mit Fuhrwerken, Unvorschriftsmäßig fahrende Fuhrwerke, Beleuchtung und Bremsfähigkeit.

V. **Betriebsstörungen:** A. Am Motor; 1. Zündungs-Störungen, 2. Vergasung und Ventile, 3. Kühlung, 4. Triebteile. B. Störungen an der Kraftübertragung.

Anhang: Elektromobil, Dampfwagen.

